made by Mansy

صلى ع النبى وإدعيلى دعوة حلوة

#دفعة المنوفية 2022

#قناة تالتة ثانوى 2022



إعداد
صابر حكيم

الجزء الخاص

بأفكار أسئلة OPEN BOOK









2022

Worked Examples

العناصر الانتقالية الرئيسية

١ أيا مما يأتى يعبر عن التوزيع الإلكترونى لعنصر انتقالى رئيسى ؟

(a) $1s^2, 2s^2, 2p^6, ... , ns^2, np^3$

(b) $1s^2, 2s^2, 2p^6, ... , ns^2, np^6, nd^3, (n+1)s^2$

(c) $1s^2, 2s^2, 2p^6, ... , ns^2, np^6, nd^{10}, (n+1)s^2$

(d) $1s^2, 2s^2, 2p^6, ... , ns^2, np^6$

فكرة الحل :

∵ العناصر الانتقالية الرئيسية يتتابع فيها امتلاء أوربيتالات المستوى الفرعى (d).

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (d)

∵ العناصر الانتقالية يكون فيها أوربيتالات المستوى الفرعى (d) غير تامة الامتلاء.

∴ يستبعد الاختيار (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

الأهمية الاقتصادية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

٢ استخدام أسلاك من الفلز الانتقالى (X) فى عملية لحام أنابيب الألومنيوم يجعل اللحام أكثر صلابة، بالإضافة إلى عدم زيادة وزن الأنابيب التى تم لحامها.

ما الفلز (X) ؟

(أ) السكانديوم.

(ب) التيتانيوم.

(ج) الحديد.

(د) النحاس.

فكرة الحل :

إضافة نسبة ضئيلة من السكانديوم إلى الألومنيوم يُكوِّن سبيكة تتميز بالخفة وشدة الصلابة.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

الباب

1

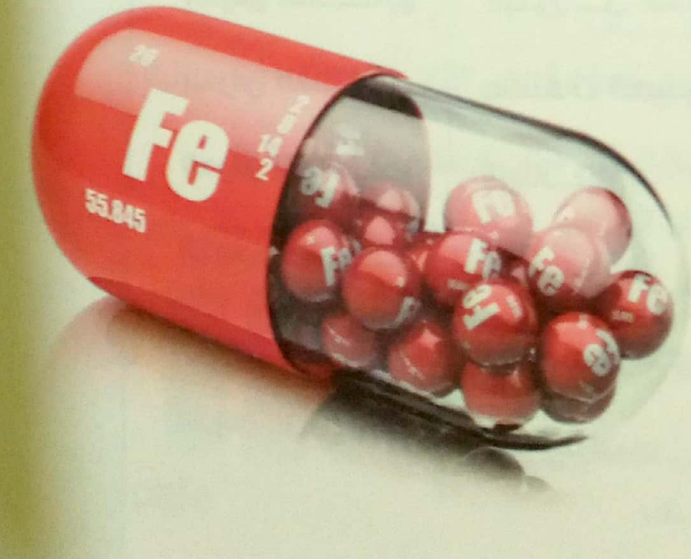
العناصر الانتقالية

الدرس الأول
من بداية الباب.
إلى ما قبل الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.

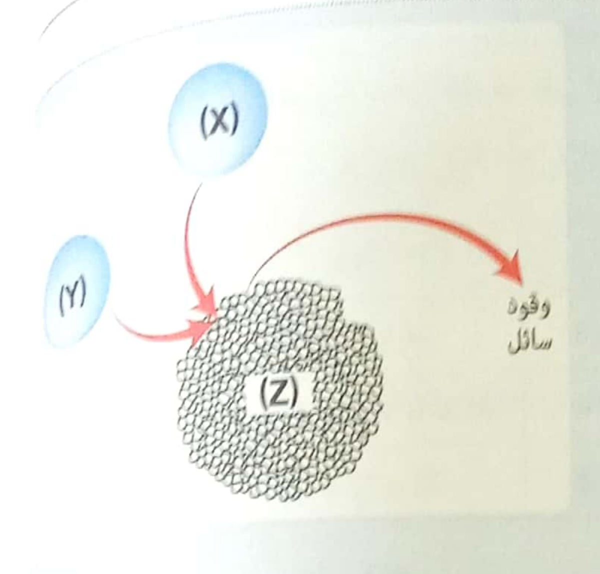
الدرس الثانى
من الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.
إلى ما قبل فلز الحديد.

الدرس الثالث
من فلز الحديد.
إلى ما قبل خواص الحديد.

الدرس الرابع
من خواص الحديد.
إلى نهاية الباب.



الشكل المقابل : يمثل عملية تخليق وقود سائل.
أيًا مما يأتي يعبر عن العنصر (X) والمركب (Y) والعامل الحفاز (Z) ؟



الاختيارات	(X)	(Y)	(Z)
a	CO	H_2	Fe
b	H_2	SO_2	V_2O_5
c	SO_2	H_2O	V_2O_5
d	H_2	CO	Fe

فكرة الحل :

∵ (X) يمثل عنصر، بينما CO ، SO_2 مركبات.
∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓒ

∵ V_2O_5 يستخدم كعامل حفاز فى عملية تحضير حمض الكبريتيك بطريقة التلامس وليس عملية تخليق الوقود السائل.
∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ يمكن استخدام فلز الحديد كعامل حفاز فى عملية تحويل الغاز المائى (خليط من H_2 ، CO) إلى وقود سائل.
∴ الشكل يعبر عن عملية (فيشر – تروبش).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

يدخل العنصر الانتقالى (M) فى تصنيع السبائك المغناطيسية،
كما يدخل بشكل أساسى فى مكونات بطارية أيون الليثيوم.
ما اسم العنصر (M) ؟

(أ) الحديد.
(ب) المنجنيز.
(ج) الكوبلت.
(د) الكروم.

فكرة الحل :

يستخدم عنصر الكوبلت فى صناعة المغناطيسات والبطاريات الجافة فى السيارات الحديثة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

فكرة الحل :

من المعادلة الكيميائية الموزونة يمكن التعرف على المركب (X)، كالتالى :

$$4K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} 4K_2CrO_4 + 3O_2 + 2X$$

العناصر	K	Cr	O
المتفاعلات	$4 \times 2 = 8$	$4 \times 2 = 8$	$4 \times 7 = 28$
النواتج	$4 \times 2 = 8$	$4 \times 1 = 4$	$(4 \times 4) + (3 \times 2) = 22$
2(X)	$8 - 8 = 0$	$8 - 4 = 4$	$28 - 22 = 6$

∵ 2(X) تحتوى على 4Cr ، 6O

∴ الصيغة الكيميائية للمركب (X) : Cr_2O_3 وهو يستخدم فى صناعة الأصباغ.

الحل : الاختيار الصحيح : (1)

---

6 أيًا من مواد المنجنيز الآتية تعتبر هى الأفضل كعامل مؤكسد ؟

ⓐ $MnO^{2-}_{4(aq)}$

ⓑ $MnO_{2(s)}$

ⓒ $Mn_{(s)}$

ⓓ $MnO^{-}_{4(aq)}$

فكرة الحل :

∵ $Mn_{(s)}$ يتأكسد مكونًا أيونات المنجنيز المختلفة أى أنه يعتبر عامل مختزل (وليس عامل مؤكسد).

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

* الجدول التالى يوضح أعداد تأكسد المنجنيز فى أيونات ومركبات باقى الاختيارات :

باقى الاختيارات	ⓐ	ⓑ	ⓓ
المادة	$MnO^{2-}_{4(aq)}$	$MnO_{2(s)}$	$MnO^{-}_{4(aq)}$
عدد تأكسد Mn	$-2 = Mn + (-2 \times 4)$ $\therefore Mn = +6$	$0 = Mn + (-2 \times 2)$ $\therefore Mn = +4$	$-1 = Mn + (-2 \times 4)$ $\therefore Mn = +7$

∵ أفضل العوامل المؤكسدة يكون عدد تأكسد الفلز الرئيسى فيه (المنجنيز) هو الأكبر.

∴ MnO_4^- يعتبر هو الأفضل كعامل مؤكسد.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٣ فلز انتقالى عاكس جيد للأشعة تحت الحمراء ومقاوم للتآكل وغير سام، لذا يرتبط بالعظام جيدًا.

ما اسم هذا الفلز ؟

(أ) النيكل. (ب) الكوبلت.

(ج) الكروم. (د) التيتانيوم.

فكرة الحل :

فلز التيتانيوم يستخدم فى عمليات زراعة الأسنان والمفاصل الصناعية، لأن الجسم لا يلفظه ولا يسبب أى نوع من التسمم.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٤ الفلز الانتقالى (M) مقاوم للتآكل ويستخدم حوالى 80% منه مع الحديد لصناعة حديد صُلب مقاوم للصدمات والاهتزازات ويستخدم أكسيده M_2O_5 كعامل حفاز.

أيًا مما يأتى يعبر عن اسم الفلز (M) وأحد استخدامات أكسيده M_2O_5 ؟

الاختيارات	اسم الفلز (M)	استخدام M_2O_5
(أ)	الفاناديوم	صناعة السيراميك
(ب)	الكروم	صناعة الأصباغ
(ج)	الخارصين	صناعة الطلاءات المضيئة
(د)	النيكل	ملفات التسخين

فكرة الحل :

يستخدم فى صناعة زنبركات السيارات المقاومة للصدمات والاهتزازات سبيكة من الصُلب المضاف إليه نسبة ضئيلة من الفاناديوم، كما يستخدم خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5 فى صناعة السيراميك.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٥ ينحل مركب ثانى كرومات البوتاسيوم بالحرارة، كما يتضح من المعادلة التالية :

$$4K_2Cr_2O_7 \xrightarrow{\Delta} 4K_2CrO_4 + 3O_2 + 2X$$

ويستخدم المركب (X) فى صناعة ....

(أ) الأصباغ. (ب) حفظ المواد الغذائية.

(ج) المطاط. (د) دباغة الجلود.

حالات تأكسد عناصر السلسلة الانتقالية الأولى

(١٦) أكبر حالة تأكسد للمنجنيز تكون في ملح ....

(a) MnO_3 (b) Mn_2O_7 (c) $KMnO_4$ (d) K_2MnO_4

فكرة الحل :

* الجدول الآتي يوضح أعداد تأكسد المنجنيز في المركبات المعبر عنها بالاختيارات :

المركب	عدد تأكسد Mn في المركب
MnO_3	$0 = Mn + (-2 \times 3) \Rightarrow Mn = +6$
Mn_2O_7	$0 = 2Mn + (-2 \times 7) \Rightarrow 2Mn = +14 \Rightarrow Mn = +7$
$KMnO_4$	$0 = 1 + Mn + (-2 \times 4) \Rightarrow Mn = +7$
K_2MnO_4	$0 = 2 + Mn + (-2 \times 4) \Rightarrow Mn = +6$

ومنه يتضح أن أكبر حالة تأكسد للمنجنيز Mn تكون في مركبي $KMnO_4$ ، Mn_2O_7
وعليه يتم استبعاد الاختيارين (a) ، (d)

∵ Mn_2O_7 أكسيد وليس ملح.
∴ يستبعد الاختيار (b)

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

(١٧) أيا من التوزيعات الإلكترونية الآتية يمكن أن يكون لعنصره أكبر حالة تأكسد ؟

(a) $(n-1)d^3, ns^2$ (b) $(n-1)d^5, ns^1$
(c) $(n-1)d^{10}, ns^2$ (d) $(n-1)d^5, ns^2$

فكرة الحل :

∵ العنصر الذي يكون مجموع أعداد إلكترونات المستويين الفرعيين $(n)s$ ، $(n-1)d$ فيه 12 يقع في المجموعة 2B التي ليس لها سوى حالة تأكسد وحيدة وهي +2
∴ يستبعد الاختيار (c)

∵ أقصى حالة تأكسد لمعظم العناصر الانتقالية تساوي مجموع أعداد إلكترونات المستويين الفرعيين $(n)s$ ، $(n-1)d$
∴ العنصر الذي ينتهي توزيعه الإلكتروني بالمستويين الفرعيين $(n-1)d^5, ns^2$: يكون له أكبر حالة تأكسد.

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

(١٨) أيا من أزواج العناصر الآتية لها أكثر من حالة تأكسد في مركباتها ؟

(a) Zn , Cr (b) Cu , Sc
(c) Mn , Ti (d) Co , Zn

فكرة الحل :

∵ الخارصين له حالة تأكسد وحيدة هي : +2
∴ يستبعد الاختياران (a) ، (d)

• $_{30}Zn : [Ar], 3d^{10}, 4s^2$

∵ السكانديوم له حالة تأكسد وحيدة هي : +3
∴ يستبعد الاختيار (b)

• $_{21}Sc : [Ar], 3d^1, 4s^2$

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

(١٩) من مركبات المنجنيز المعروفة MnO_2 ، $KMnO_4$ ، $MnSO_4$
أيا مما يأتي يعتبر صحيحًا بالنسبة لهذه المركبات ؟

الاختيارات	MnO_2	$KMnO_4$	$MnSO_4$
(أ)	عدد تأكسد المنجنيز فيه +2	يستخدم في تطهير المياه	يعتبر من سبائك المنجنيز
(ب)	يستخدم في اختزال H_2SO_4	عدد تأكسد المنجنيز فيه +7	يستخدم كمجفف للأحبار
(ج)	يتفاعل مع Al مكونًا Al_2O_3 ، Mn	يستخدم في الكشف عن الأورام الخبيثة	عدد تأكسد المنجنيز فيه +2
(د)	عدد تأكسد المنجنيز فيه +4	يضاف إلى أحواض السمك لمكافحة الطفيليات	يضاف إلى التربة لحماية محاصيل الحمضيات

فكرة الحل :

• $MnO_2 : Mn + (-2 \times 2) = 0 \Rightarrow Mn = +4$

∵ عدد تأكسد Mn في مركب MnO_2 يساوي +4 (وليس +2).
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ MnO_2 عامل مؤكسد وبالتالي فإنه لا يستخدم في اختزال H_2SO_4
∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ $KMnO_4$ لا يستخدم في الكشف عن الأورام الخبيثة.
∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

(١٢) كل من العناصر الآتية يمكن تحديد رقم مجموعته التقليدى بالجدول الدورى من مجموع أعداد إلكترونات المستويين الفرعيين $ns, (n-1)d$ فى توزيعه الإلكترونى عدا ....

(a) $_{21}Sc$ (b) $_{28}Ni$
(c) $_{25}Mn$ (d) $_{23}V$

فكرة الحل:
الجدول التالى يوضح التوزيع الإلكترونى لعناصر الاختيارات الأربعة:

العنصر	$_{21}Sc$	$_{28}Ni$	$_{25}Mn$	$_{23}V$
التوزيع الإلكترونى	$[Ar], 4s^2, 3d^1$	$[Ar], 4s^2, 3d^8$	$[Ar], 4s^2, 3d^5$	$[Ar], 4s^2, 3d^3$
مجموع أعداد إلكترونات $4s + 3d$	3	10	7	5
رقم المجموعة بالجدول الدورى	3B	8	7B	5B

ومنه يتضح أن مجموع أعداد إلكترونات المستويين الفرعيين $(n-1)d$, ns لعنصر النيكل Ni لا تتفق مع رقم مجموعته التقليدى بالجدول الدورى.

الحل: الاختيار الصحيح: (b)

(١٣) البطارية الموضحة بالشكل المقابل يمكن إعادة شحنها وعند تشغيلها يحدث التفاعلين الآتيين عند قطبيها:

• $X_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow X(OH)_{2(s)} + 2e^-$

• $2YO(OH)_{(s)} + 2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Y(OH)_{2(s)} + 2OH^-_{(aq)}$

ما العنصرين (X) ، (Y) على الترتيب؟

(أ) السكانديوم ، النيكل.
(ب) الهيدروجين ، الأكسجين.
(ج) الكادميوم ، النيكل.
(د) الزئبق ، الخارصين.

فكرة الحل:
• عدد تأكسد العنصر (X) فى المركب $X(OH)_2$ يساوى +2
∵ عدد تأكسد السكانديوم فى مركباته يساوى +3 فقط (وليس +2).
كما أن عدد تأكسد الهيدروجين فى معظم مركباته +1 (وليس +2).
∴ يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

• عدد تأكسد العنصر (Y) فى المركب YO(OH) يساوى:
$0 = Y + (-2) + (-1) \Rightarrow Y = +3$
∵ عدد تأكسد الخارصين فى مركباته يساوى +2 فقط (وليس +3).
∴ يتم استبعاد الاختيار (د)

الحل: الاختيار الصحيح: (ج)

(١٤) ما عدد الإلكترونات المفردة فى أيون Co^{2+}؟

(a) 3 (b) 4
(c) 5 (d) 6

فكرة الحل:
• $_{27}Co : [Ar], 3d^7, 4s^2 \longrightarrow Co^{2+} : [Ar], 3d^7$ (↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑)

الإلكترونات المفردة فى أيون Co^{2+} توجد فى المستوى الفرعى $3d$ وهى تساوى $(3e^-)$.

الحل: الاختيار الصحيح: (a)

(١٥) ما الصيغة الكيميائية لمركب كلوريد السكانديوم؟

(a) $ScCl_3$ (b) Sc_2Cl_3
(c) $ScCl_2$ (d) $ScCl$

فكرة الحل:
• $_{21}Sc : [Ar], 3d^1, 4s^2$

∵ السكانديوم له حالة تأكسد وحيدة: Sc^{3+} ، الكلوريد: Cl^-
∴ الصيغة الكيميائية لكلوريد السكانديوم: $ScCl_3$

الحل: الاختيار الصحيح: (a)

٩ ما العنصر الذى يوجد فى سبيكة البرونز بنسبة 10% ؟

(أ) الخارصين. (ب) النيكل.

(ج) النحاس. (د) القصدير.

فكرة الحل :

سبيكة البرونز عبارة عن نحاس مضاف إليه نسبة صغيرة من القصدير.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

١٠ من أمثلة الجلفنة تغطية ....

(أ) الخارصين بالحديد. (ب) الحديد بالقصدير.

(ج) الألومنيوم بالخارصين. (د) الألومنيوم بالكروم.

فكرة الحل :

الجلفنة تعنى تغطية أسطح الفلزات بطبقة من الخارصين.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

التركيب الإلكترونى لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

١١ أيا من أزواج الأيونات الآتية يحتوى المستوى الفرعى $3d$ فى كل منها على 4 إلكترونات ؟

(a) Cr^{2+} , Fe^{3+} (b) Cr^{2+} , Mn^{3+}

(c) Mn^{2+} , Fe^{3+} (d) Mn^{2+} , Fe^{2+}

فكرة الحل :

- $_{24}Cr : [Ar], 3d^5, 4s^1 \longrightarrow Cr^{2+} : [Ar]$, ↑ ↑ ↑ ↑ □ ($3d^4$) «4 إلكترونات مفردة»
- $_{26}Fe : [Ar], 3d^6, 4s^2 \longrightarrow Fe^{3+} : [Ar]$, ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ($3d^5$) «5 إلكترونات مفردة»

∵ المستوى الفرعى $3d$ فى Cr^{2+} يحتوى على 4 إلكترونات مفردة وفى Fe^{3+} يحتوى على 5 إلكترونات مفردة.

∴ يستبعد الاختيار (a)

- $_{25}Mn : [Ar], 3d^5, 4s^2 \longrightarrow Mn^{3+} : [Ar]$, ↑ ↑ ↑ ↑ □ ($3d^4$) «4 إلكترونات مفردة»

يتضح مما سبق أن المستوى الفرعى $3d$ يحتوى على 4 إلكترونات مفردة فى كل من Cr^{2+} ، Mn^{3+}

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

(١٠) أيا مما يأتى يعبر عن التدرج التنازلى الصحيح لجهد التأين الثانى لعناصر التيتانيوم والفاناديوم والكروم والمنجنيز

ⓐ V > Mn > Cr > Ti ⓑ Mn > Cr > Ti > V

ⓒ Cr > Mn > V > Ti ⓓ Ti > V > Cr > Mn

فكرة الحل :

• $_{22}Ti$: [Ar], $3d^2$, $4s^2$

• $_{23}V$: [Ar], $3d^3$, $4s^2$

• $_{24}Cr$: [Ar], $3d^5$, $4s^1$

• $_{25}Mn$: [Ar], $3d^5$, $4s^2$

∵ نزع الإلكترون الثانى من ذرة الكروم سوف يتسبب فى كسر مستوى طاقة (3d) نصف ممتلئ بالإلكترونات وهو ما يحتاج إلى قدر كبير من الطاقة.

∴ جهد التأين الثانى للكروم سوف يكون كبيرًا جدًا مقارنةً بجهد تأينه الأول.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

(١١) أيا من مجموعات العناصر الآتية تتضمن عنصر انتقالى رئيسى واحد ؟

ⓐ Fe , Co , Ni ⓑ Cu , Ag , Cd

ⓒ Zn , Mn , Ti ⓓ Th , La , Hg

فكرة الحل :

∵ عناصر الحديد Fe والكوبلت Co والنيكل Ni جميعها فلزات من عناصر السلسلة الانتقالية الأولى.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ عنصرى النحاس Cu والفضة Ag من العناصر الانتقالية (فلزات المجموعة 1B).

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ عنصرى المنجنيز Mn والتيتانيوم Ti من فلزات السلسلة الانتقالية الأولى.

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

∵ الزئبق $_{80}Hg$ لا يعتبر من العناصر الانتقالية لأنه ينتمى للمجموعة 2B وكذلك عنصر الثوريوم $_{90}Th$ الذى ينتمى إلى العناصر الانتقالية الداخلية، أما عنصر اللانثانيوم $_{57}La$ فهو عنصر انتقالى رئيسى يقع فى المجموعة (3B).

∴ عناصر Hg ، Th ، La تتضمن عنصر انتقالى رئيسى واحد.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

Worked Examples

الخصائص العامة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

١ خاصية الكتلة الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

(١) الجدول التالى يوضح الكتل الذرية مقدرة بوحدة u لثمانية عناصر متتالية من السلسلة الانتقالية الأولى :

العنصر	(W)	(X)					(Y)	(Z)
الكتلة الذرية (u)	47.867	50.942	51.996	54.938	55.845	58.933	58.693	63.546

أيا من هذه العناصر يمثل عنصر النيكل ؟

ⓐ (W). ⓑ (X). ⓒ (Y). ⓓ (Z).

فكرة الحل :

∵ الكتل الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى تزداد تدريجيًا بزيادة أعدادها الذرية، باستثناء عنصر النيكل.

∴ العنصر (Y) يمثل النيكل لأن كتلته الذرية أقل من الكتلة الذرية للعنصر الذى يسبقه مباشرةً فى السلسلة.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٢ خاصية نصف القطر الذرى لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

(٢) الشكل البيانى المقابل : يعبر عن أنصاف الأقطار الذرية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى. أيا مما يأتى يعبر عن مجموعات العناصر التى تشهد ثبات نسبى فى أنصاف أقطارها ؟

ⓐ 8 ⟶ 2B ⓑ 6B ⟶ 1B

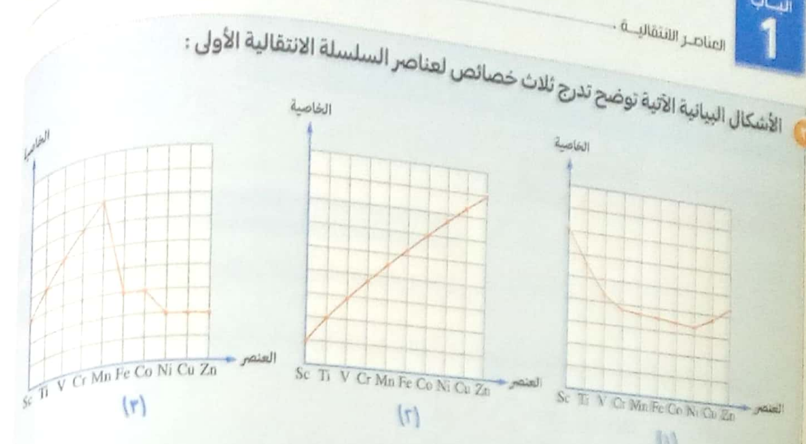
ⓒ 3B ⟶ 6B ⓓ 6B ⟶ 2B

فكرة الحل :

يتضح من الشكل البيانى أن نصف القطر الذرى لعنصر المجموعة 6B (الكروم) يساوى تقريبًا نصف القطر الذرى لعنصر المجموعة 1B (النحاس).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٣ الأشكال البيانية الآتية توضح تدرج ثلاث خصائص لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى :



أيًا مما يأتي يعبر عن الخاصية التي يوضحها كل شكل من الأشكال البيانية السابقة ؟

الاختيارات	تدرج خاصية نصف القطر الذرى	تدرج خاصية الشحنة النووية الفعالة	تدرج خاصية أعلى حالة تأكسد شائعة
أ	(١)	(٢)	(٣)
ب	(٣)	(٢)	(١)
ج	(١)	(٣)	(٢)
د	(٢)	(١)	(٣)

فكرة الحل :

∵ نصف القطر الذرى لعناصر $3d$ يقل، ثم يشهد ثبات نسبى.

∴ الشكل (١) يعبر فيه المحور الرأسى عن تدرج خاصية نصف القطر الذرى لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ب ، د

∵ الشحنة النووية الفعالة لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى تزداد بزيادة العدد الذرى لها.

∴ الشكل (٢) يعبر فيه المحور الرأسى عن تدرج خاصية الشحنة النووية الفعالة.

الحل : الاختيار الصحيح : أ

٢ الخاصية الفلزية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

٤ الجدول التالى يوضح بعض المعلومات عن خمسة عناصر (P) ، (Q) ، (R) ، (S) ، (T) من الجدول الدورى :

العنصر	درجة الانصهار (°C)	التوصيل الكهربى (فى الحالة الصلبة)	الكثافة (g/cm^3)
(P)	98	جيد التوصيل	0.97
(Q)	−39	جيد التوصيل	13.53
(R)	1410	ردىء التوصيل	2.23
(S)	1535	جيد التوصيل	7.87
(T)	1495	جيد التوصيل	8.9

أيًا من العناصر الآتية تعبر عن عناصر انتقالية ؟

ⓐ P , Q , S ⓑ Q , S ⓒ R , S ⓓ S , T

فكرة الحل :

∵ العناصر الانتقالية تتميز بارتفاع درجة انصهارها والعنصرين (P) ، (Q) درجتي انصهارهما منخفضتين.

∴ يستبعد الاختياران ⓐ ، ⓑ

∵ العناصر الانتقالية جيدة التوصيل للكهرباء والعنصر (R) ردىء التوصيل.

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٥ أيًا من المعادلات الآتية يمثل فيها الفلز (M) عنصر السكانديوم ؟

ⓐ $FeO_{(s)} + M_{(s)} \longrightarrow Fe_{(s)} + MO_{(s)}$

ⓑ $2M_{(s)} + 6H_2O_{(l)} \longrightarrow 2M(OH)_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$

ⓒ $M_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow MSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$

ⓓ $2M_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MO_{(s)}$

فكرة الحل :

عنصر السكانديوم له حالة تأكسد وحيدة هى +3 فى كل مركباته.

∵ عدد تأكسد M فى مركب MO ومركب MSO_4 يساوى +2

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ ، ⓒ ، ⓓ

∵ السكانديوم فلز شديد النشاط يحل محل هيدروجين الماء فى تفاعل عنيف.

∴ يتفاعل السكانديوم مع الماء مكونًا هيدروكسيد السكانديوم ويتصاعد غاز الهيدروجين.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٤ الخواص المغناطيسية لعناصر السلسلة الانتقالية الأولى

⑥ أيا من الأيونات الآتية يعتبر بارامغناطيسى ؟

(a) Ni^{2+}
(b) Ag^{+}
(c) Cd^{2+}
(d) Sc^{3+}

فكرة الحل :

المادة البارامغناطيسية تتميز بوجود إلكترونات مفردة فى أوربيتالاتها.

• $_{28}Ni : [Ar], 3d^8, 4s^2 \longrightarrow Ni^{2+} : [Ar],$ ⇅ ⇅ ⇅ ↑ ↑ ($3d^8$)

∵ المستوى الفرعى $3d$ فى Ni^{2+} يحتوى على إلكترونين مفردين.

∴ الأيون Ni^{2+} يعتبر بارامغناطيسى.

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

⑦ أيا من هذه الأيونات يكون أكثرها بارامغناطيسية ؟

(a) Fe^{2+}
(b) Fe^{3+}
(c) Cr^{3+}
(d) Mn^{3+}

فكرة الحل :

تزداد الخاصية البارامغناطيسية (أى قيمة العزم المغناطيسى) بزيادة عدد الإلكترونات المفردة فى أوربيتالات الأيون.

• $_{26}Fe : [Ar], 3d^6, 4s^2 \longrightarrow Fe^{2+} : [Ar],$ ⇅ ↑ ↑ ↑ ↑ ($3d^6$) «4 إلكترونات مفردة»

• $_{26}Fe : [Ar], 3d^6, 4s^2 \longrightarrow Fe^{3+} : [Ar],$ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ($3d^5$) «5 إلكترونات مفردة»

• $_{24}Cr : [Ar], 3d^5, 4s^1 \longrightarrow Cr^{3+} : [Ar],$ ↑ ↑ ↑ ☐ ☐ ($3d^3$) «3 إلكترونات مفردة»

• $_{25}Mn : [Ar], 3d^5, 4s^2 \longrightarrow Mn^{3+} : [Ar],$ ↑ ↑ ↑ ↑ ☐ ($3d^4$) «4 إلكترونات مفردة»

∵ أيون Fe^{3+} يحتوى على العدد الأكبر من الإلكترونات المفردة.

∴ أيون Fe^{3+} أكثر هذه الأيونات بارامغناطيسية.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٨ أيا من هذه المواد يقل وزنها عند وضعها فى مجال مغناطيسى خارجى؟

ⓐ VCl_3 ⓑ $ScCl_3$ ⓒ $TiCl_3$ ⓓ $FeCl_3$

فكرة الحل :

المادة الديامغناطيسية هى المادة التى تتنافر مع المجال المغناطيسى الخارجى لوجود جميع إلكتروناتها فى حالة ازدواج وبالتالى يقل وزنها عند وضعها فى مجال مغناطيسى.

• $_{23}V : [Ar], 3d^3, 4s^2 \longrightarrow V^{3+} : [Ar],$ [↑|↑| | |] $3d^2$

∵ مركب VCl_3 مادة بارامغناطيسية، لوجود إلكترونين مفردين فى أوربيتالات المستوى الفرعى $3d$ لأيون V^{3+}

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

• $_{21}Sc : [Ar], 3d^1, 4s^2 \longrightarrow Sc^{3+} : [Ar],$ [| | | |] $3d^0$

∵ مركب $ScCl_3$ مادة ديامغناطيسية، لعدم وجود إلكترونات مفردة فى أوربيتالات المستوى الفرعى $3d$ لأيون Sc^{3+}

∴ يقل الوزن الظاهرى لهذه المادة عند وضعها فى مجال مغناطيسى خارجى.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٩ يحسب العزم المغناطيسى μ للعناصر أو الأيونات من العلاقة $\mu = \sqrt{n(n+2)}$ ،
حيث n هى عدد الإلكترونات المفردة فى الذرة أو الأيون ويقدر بوحدة (BM).
ما مقدار عدد تأكسد المنجنيز عندما تكون قيمة μ له تساوى 3.87 BM ؟

ⓐ +2 ⓑ +3 ⓒ +4 ⓓ +5

فكرة الحل :

يتم حساب عدد الإلكترونات المفردة فى كل حالة من حالات التأكسد والتعويض عنها فى العلاقة $\mu = \sqrt{n(n+2)}$ كما بالجدول التالى والاختيار الصحيح هو الذى يكون له μ يساوى 3.87 BM

• $_{25}Mn : [Ar], 4s^2, 3d^5$

العزم المغناطيسى	عدد الإلكترونات المفردة (n)	حالة تأكسد المنجنيز	الاختيارات
$\mu = \sqrt{5(5+2)} = 5.92$ BM	5	+2	ⓐ
$\mu = \sqrt{4(4+2)} = 4.89$ BM	4	+3	ⓑ
$\mu = \sqrt{3(3+2)} = 3.87$ BM	3	+4	ⓒ
$\mu = \sqrt{2(2+2)} = 2.83$ BM	2	+5	ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

أيون مركب كبريتات الأمونيوم يشتقا من نواتج كل من عملية التلامس وعملية هابر- بوش وكلا العمليتان يستخدم فيهما عامل حفاز. أيًا مما يأتى يعبر عن إحدى هاتين العمليتين؟

الاختيارات	الأيون	يشتق من	العملية	العامل الحفاز
أ	الأمونيوم	النشادر	التلامس	الحديد
ب	الأمونيوم	النشادر	هابر-بوش	خامس أكسيد الفاناديوم
ج	الكبريتات	حمض الكبريتيك	التلامس	خامس أكسيد الفاناديوم
د	الكبريتات	حمض الكبريتيك	هابر-بوش	الحديد

فكرة الحل :

∵ أيون الأمونيوم NH_4^+ مصدره النشادر NH_3 والذى يُحضر فى الصناعة بطريقة هابر – بوش، وأيون الكبريتات SO_4^{2-} مصدره حمض الكبريتيك H_2SO_4 والذى يُحضر فى الصناعة بطريقة التلامس.

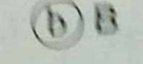
∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)

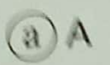
∵ العامل الحفاز المستخدم فى صناعة النشادر بطريقة هابر – بوش هو الحديد، بينما العامل الحفاز المستخدم فى صناعة حمض الكبريتيك بطريقة التلامس هو خامس أكسيد الفاناديوم.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

الشكل المقابل : يعبر عن مخطط الطاقة لأحد التفاعلات الكيميائية. ما الحرف الدال على طاقة التنشيط عند استخدام عامل حفاز؟


(b) B


(a) A

(d) D

(c) C

فكرة الحل :

∵ مخطط الطاقة يعبر عن تفاعل طارد للحرارة.

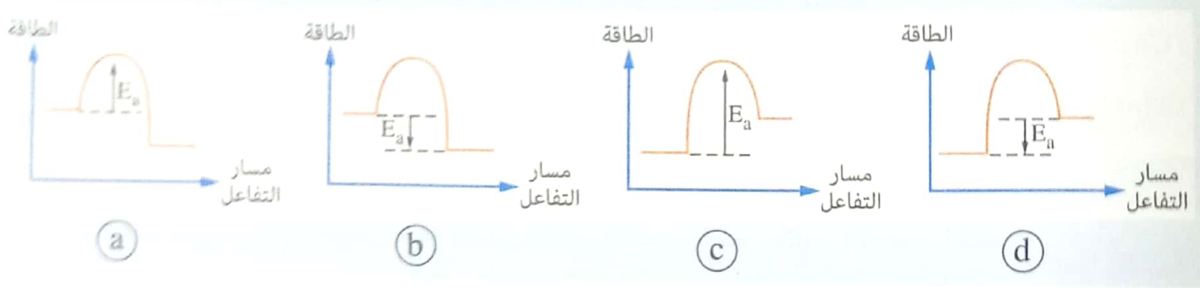
∴ كل من A ، B يمثلان طاقة تنشيط المتفاعلات لتكوين النواتج.

∵ مقدار الطاقة B أصغر من مقدار الطاقة A ، ومن المعروف أن العامل الحفاز يقلل من طاقة تنشيط التفاعل

∴ B تدل على طاقة تنشيط التفاعل عند استخدام عامل حفاز.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

١٢ **أيًا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن تفاعل ماص للحرارة طاقة تنشيطه E_a ؟**



فكرة الحل :

∵ التفاعل الماص للحرارة تكون طاقة المتفاعلات فيه أقل من طاقة النواتج.

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓑ

∵ الفرق بين طاقة النواتج وطاقة المتفاعلات يمثل ΔH للتفاعل وليس طاقة تنشيط التفاعل E_a

∴ يستبعد الاختيار ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٦ تنوع ألوان أيونات العناصر الانتقالية

١٣ **المحاليل المائية الآتية ملونة، عدا ....**

ⓐ VCl_3 ⓑ $VOSO_4$ ⓒ Na_3VO_4 ⓓ VSO_4

فكرة الحل :

• $_{23}V : [Ar], 4s^2 , 3d^3$

الاختيارات	المركب	عدد تأكسد V فى المركب	التوزيع الإلكترونى لأيونات V
ⓐ	VCl_3	$0 = V + (-1 \times 3)$ $\therefore V = +3$	$[Ar], 4s^0 , 3d^2$
ⓑ	$VOSO_4$	$0 = V + (-2) + (-2)$ $\therefore V = +4$	$[Ar], 4s^0 , 3d^1$
ⓒ	Na_3VO_4	$0 = (1 \times 3) + V + (-2 \times 4)$ $\therefore V = +5$	$[Ar], 4s^0 , 3d^0$
ⓓ	VSO_4	$0 = V + (-2)$ $\therefore V = +2$	$[Ar], 4s^0 , 3d^3$

∵ أوربيتالات المستوى الفرعى $3d$ مشغولة بإلكترونات مفردة فى حالات مركبات VCl_3 ، $VOSO_4$ ، VSO_4 (أى أن محاليلها ملونة).

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ ، ⓑ ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٤ أيًا من المركبات الآتية يستخدم فى تلوين الزجاج باللون الأخضر؟

ⓐ Cu_2O
ⓑ TiO_2
ⓒ MnO_2
ⓓ Cr_2O_3

فكرة الحل :

∵ مركبات الكروم (III) تمتص طاقة فوتون الضوء الأحمر فتظهر باللون الأخضر المتمم له،
وعدد تأكسد الكروم فى مركب Cr_2O_3 يساوى 3+

∴ مركب Cr_2O_3 يستخدم فى تلوين الزجاج باللون الأخضر.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

---

١٥ أيًا من الأيونات المتهدرتة الآتية يكون لونه بنفسجى؟

ⓐ Cr^{3+}
ⓑ Zn^{2+}
ⓒ Cu^{+}
ⓓ V^{2+}

فكرة الحل :

∵ مركبات الكروم (III) المتهدرتة تظهر باللون الأخضر.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

• $_{30}Zn : [Ar], 3d^{10}, 4s^2 \longrightarrow Zn^{2+} : [Ar],$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ($3d^{10}$)

• $_{29}Cu : [Ar], 3d^{10}, 4s^1 \longrightarrow Cu^{+} : [Ar],$ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ ($3d^{10}$)

∵ أوربيتالات المستوى الفرعى $3d$ تامة الامتلاء بالإلكترونات فى حالتى Zn^{2+} ، Cu^{+}

∴ مركبات Zn^{2+} ، Cu^{+} المتهدرتة عديمة اللون.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓑ ، ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ



Worked Examples

فلز الحديد

1 الشكل المقابل : يعبر عن النسب المئوية للعناصر المكونة للقشرة الأرضية.
أيا مما يأتى يعبر عن النسبة المئوية الوزنية للحديد فى القشرة الأرضية ؟

ⓐ W%　　ⓑ X%
ⓒ Y%　　ⓓ Z%

فكرة الحل :

∵ الحديد يحتل الترتيب الرابع بين العناصر المعروفة فى القشرة الأرضية، من حيث النسبة المئوية الوزنية.
∴ Y% تمثل النسبة المئوية الوزنية لعنصر الحديد.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

خامات الحديد

2 الشكل المقابل : لأحد الأحجار التى تعرف باسم ....

(أ) الهيماتيت.　　(ب) الليمونيت.
(جـ) المجنتيت.　　(د) السيدريت.



فكرة الحل :

∵ الحجر الموضح بالشكل له خواص مغناطيسية تمكنه من جذب المواد المصنوعة من الحديد.
∴ هذا الحجر يحتوى على خام المجنتيت الذى يتميز بخواصه المغناطيسية.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

3 أحد خامات الحديد لا يحتاج إلى وقود أثناء تحميصه عند إعداده للشحن فى الفرن العالى لأنه يوجد أساسا بين طبقات من الفحم، ونسبة الحديد فيه لا تصل إلى 50% ما الصيغة الكيميائية لهذا الخام ؟

ⓐ $FeCO_3$　　ⓑ Fe_2O_3
ⓒ Fe_3O_4　　ⓓ $2Fe_2O_3.3H_2O$

فكرة الحل :

أقصى نسبة مئوية للحديد فى خام السيدريت $FeCO_3$ لا تتعدى 50% حيث أنها تتراوح ما بين 42% : 30 ، بينما باقى خامات الحديد يمكن أن تتعدى نسبة الحديد فيها 50%

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

٤ ما الصيغة الكيميائية لخام البيريت ؟

(a) $FeCO_3$
(b) FeS_2
(c) Fe_2O_3
(d) Fe_3O_4

فكرة الحل :

الصيغة الكيميائية	$FeCO_3$	Fe_2O_3	Fe_3O_4
اسم الخام	السيدريت	الهيماتيت	المجنتيت

يتضح من مقارنة الصيغ الكيميائية الموضحة بالجدول السابق والصيغ الكيميائية فى الاختيارات الأربعة أن الصيغة الكيميائية لخام البيريت هى FeS_2

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

استخلاص الحديد من خاماته

٥ أيا مما يأتى يعبر عن التسلسل الصحيح لعمليات تحضير خامات الحديد المستخدمة فى الفرن العالى ؟

(أ) التوتر السطحى ← التلبيد ← الغسيل ← التحميص.
(ب) التكسير ← الفرز المغناطيسى ← الغسيل ← التحميص.
(جـ) الغسيل ← التحميص ← التكسير ← التلبيد.
(د) التكسير ← الفرز الكهربى ← التحميص ← الغسيل.

فكرة الحل :

∵ تحضير خامات الحديد يتم بتحسين خواصها الفيزيائية والميكانيكية والتى تبدأ بعملية التكسير.
∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (جـ)

∵ عملية تحضير الخامات تنتهى بتحسين خواصها الكيميائية والتى تتم بعملية التحميص.
∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٦ كل مما يأتي يعبر عما يحدث عند تحميص خامات الحديد، عدا ....

(أ) يتحول FeO إلى Fe_2O_3
(ب) يتبخر ماء التبلر من خام الليمونيت.
(جـ) يتصاعد غاز CO_2 عند تحميص خام السيدريت.
(د) ليس بالضرورة أن تتحول كل الخامات إلى أكسيد الحديد (III) بعد التحميص.

فكرة الحل :

* عند تحميص السيدريت $FeCO_3$ يتحول إلى أكسيد الحديد (II) الذي يتأكسد إلى أكسيد الحديد (III) :

$$FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

$$2FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

وعند تحميص الليمونيت يتحول إلى أكسيد الحديد (III) :

$$2Fe_2O_3.3H_2O_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٧ قبل استخلاص الحديد من خاماته يتم تسخين الخام بشدة في الهواء مع (1) للتخلص من الرطوبة، ثاني أكسيد الكربون، الكبريت، الزرنيخ ومواد أخرى ولتحويل (2) إلى (3).
أيا مما يأتي يعبر عن كل من (1) : (3) ؟

الاختيارات	(1)	(2)	(3)
(أ)	الكربون	المجنتيت	الهيماتيت
(ب)	الفوسفور	الليمونيت	الهيماتيت
(جـ)	الفوسفور	أكسيد الحديد (III)	أكسيد الحديد المغناطيسي
(د)	الكربون	أكسيد الحديد (II)	أكسيد الحديد (III)

فكرة الحل :

∵ عملية تسخين خامات الحديد بشدة في الهواء «عملية التحميص» تهدف إلى التخلص من شوائب (الفوسفور والكبريت) الموجودة بالخام «وليس إضافة الفوسفور إليه».

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (جـ)

∵ عملية التحميص تحول أكسيد الحديد (II) إلى أكسيد الحديد (III).

$$2FeO_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٨ أيًا من المواد الآتية لا تستخدم في عمليات استخلاص الحديد من خام الهيماتيت ؟

(أ) فحم الكوك.
(ب) غاز أول أكسيد الكربون.
(ج) غاز الميثان.
(د) غاز ثالث أكسيد الكبريت.

فكرة الحل :

∵ فحم الكوك يستخدم فى الحصول على غاز أول أكسيد الكربون المستخدم كعامل مختزل لخام الهيماتيت فى الفرن العالى.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ غاز الميثان يستخدم فى الحصول على الغاز المائى المستخدم كعامل مختزل لخام الهيماتيت فى فرن مدركس.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٩ ماذا يحدث عند تحويل الهيماتيت إلى حديد صُلب ؟

(أ) عملية اختزال فقط.
(ب) عملية اختزال ثم عملية أكسدة.
(ج) عملية أكسدة فقط.
(د) عملية أكسدة ثم عملية اختزال.

فكرة الحل :

∵ تجرى عملية اختزال لخام الهيماتيت فى الفرن العالى :

$$3CO_{(g)} + Fe_2O_{3(s)} \xrightarrow{>700^\circ C} 2Fe_{(s)} + 3CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (ج) ، (د)

∵ الحديد الناتج من الفرن العالى ينقل إلى المحول الأكسچينى حيث تتم عملية أكسدة للشوائب الموجودة فيه.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

السبائك

١٠ أيًا من أزواج العناصر الآتية، لا يُكوِّنا معًا سبيكة ؟

(a) Zn , Cu
(b) Fe , Hg
(c) Fe , C
(d) Au , Cu

فكرة الحل :

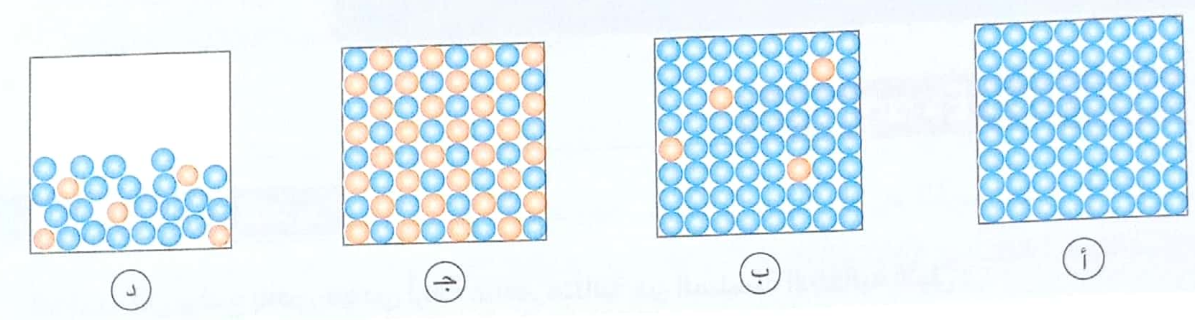
تتكون السبيكة عادةً من عناصر صلبة (فلزين أو أكثر أو من فلز ولافلز أو أكثر).

∵ الزئبق Hg فلز ولكنه يتواجد فى الحالة السائلة فى الظروف الطبيعية من الضغط ودرجة الحرارة.

∴ Fe ، Hg لا يكونا معًا سبيكة.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

١١ **أيًا مما يأتى يعبر عن سبيكة من سبائك الحديد ؟**



فكرة الحل :

∵ الشكل الموضح بالاختيار (أ) يمثل شبكة بللورية لعنصر نقى وليس سبيكة.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الشكل الموضح بالاختيار (جـ) يمثل للوهلة الأولى سبيكة من سبائك الحديد، إلا أن النسبة بين الحديد (الفلز الأصلى) والفلز الآخر المضاف إليه فى السبيكة لا تكون بنسبة 1 : 1

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ فى السبائك الاستبدالية تستبدل بعض ذرات الفلز الأصلى بذرات فلز آخر له نفس القطر.

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١٢ **الجدول المقابل : يوضح مكونات أحد السبائك.**

أيًا مما يأتى يعبر عن هذه السبيكة ؟

العنصر	النسبة المئوية للعنصر فى السبيكة
ألومنيوم	94.4%
نحاس	4.5%
ماغنسيوم	0.35%
منجنيز	0.75%

(أ) سبيكة استبدالية.

(ب) سبيكة تُعرف باسم البرونز.

(جـ) سبيكة بينية.

(د) سبيكة تُعرف باسم الديورألومين.

فكرة الحل :

∵ معطيات السؤال لا يستدل منها على أنصاف أقطار ذرات العناصر المستخدمة فى تكوين السبيكة.

∴ لا يمكن تحديد إن كانت السبيكة استبدالية أم بينية.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ سبيكة البرونز تتكون بشكل أساسى من عنصر النحاس «وليس عنصر الألومنيوم».

∴ يستبعد الاختيار (ب)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

Worked Examples

الخواص الفيزيائية للحديد

١ الجدول الآتى يوضح بعض خواص أربعة عناصر متتالية من السلسلة الانتقالية الأولى :

العنصر	جهد التأين الأول (kJ/mol)	درجة الانصهار	الكثافة (g/cm^3)	التوصيل الكهربي النسبي
(W)	759	أقل من $1550^\circ C$	أقل من 7.9	16
(X)	758	أقل من $1500^\circ C$	أقل من 8.95	25
(Y)	737	أقل من $1460^\circ C$	أقل من 8.99	23
(Z)	745	أقل من $1100^\circ C$	أقل من 9	93

أيا من هذه العناصر يمثل فلز الحديد ؟

ⓐ W　　ⓑ X

ⓒ Y　　ⓓ Z

فكرة الحل :

∵ كثافة الحديد $7.87\ g/cm^3$ ودرجة انصهاره $1538^\circ C$

∴ تستبعد الاختيارات ⓑ ، ⓒ ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

الخواص الكيميائية للحديد

٢ أيا من تفاعلات الحديد الآتية تتم فى درجة حرارة الغرفة $(25^\circ C)$ ؟



ⓐ $3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$

ⓑ $4Fe + 6H_2O + 3O_2 \longrightarrow 4Fe(OH)_3$

ⓒ $2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$

ⓓ $3Fe + 8H_2SO_4 \xrightarrow{conc} FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + 4SO_2 + 8H_2O$

فكرة الحل :

∵ بخار الماء يتفاعل مع الحديد المسخن لدرجة الاحمرار $(500^\circ C)$ مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسى وغاز الهيدروچين.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ تفاعل الحديد مع أيًا من غاز الكلور أو حمض الكبريتيك المركز يتم بالتسخين.

∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٣ يتفاعل الحديد مع أيًا من ....

(أ) حمض الكبريتيك المخفف أو المركز مكونًا كبريتات الحديد (III).

(ب) عنصرى الكبريت أو الكلور مكونًا مركبى الحديد (II).

(ج) بخار الماء أو الأكسچين $(at\ 500^\circ C)$ مكونًا أكسيد الحديد الأسود.

(د) حمض النيتريك المخفف أو المركز مكونًا نترات الحديد (III).

فكرة الحل :

∵ الحديد يتفاعل مع حمض الكبريتيك المخفف مكونًا كبريتات الحديد (II) وليس كبريتات الحديد (III).

$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الحديد يتفاعل مع الكبريت مكونًا كبريتيد الحديد (II) ومع الكلور مكونًا كلوريد الحديد (III) وليس كلوريد الحديد (II).

- $Fe_{(s)} + S_{(s)} \xrightarrow{\Delta} FeS_{(s)}$
- $2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الحديد يتفاعل مع كل من بخار الماء والأكسچين $(at\ 500^\circ C)$، تبعًا للمعادلتين التاليتين :

- $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$
- $3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)}$

∴ يتكون فى الحالتين أكسيد الحديد الأسود (المغناطيسى).

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٤ غُمرت قطعة من الحديد في الحمض (X) لمدة يومين وعند نقلها بعد غسلها بالماء المقطر إلى كأس بها محلول HCl مخفف، لوحظ عدم حدوث تفاعل بشكل لحظى.
ما الحمض (X) الذى غُمرت به قطعة الحديد؟

(أ) حمض الكبريتيك المخفف.
(ب) حمض الكبريتيك المركز.
(جـ) حمض الهيدروكلوريك المخفف.
(د) حمض النيتريك المركز.

فكرة الحل :
عدم تفاعل قطعة الحديد مع محلول HCl المخفف بمجرد غمرها فيه يدل على وجود طبقة غير مسامية من الأكسيد على سطح الحديد، تزول تدريجيًا عند وجودها مع حمض HCl المخفف وهذه الطبقة تتكون بسبب الخمول الظاهرى الذى يسببه حمض النيتريك المركز للحديد.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

أكسيد الحديد (II) FeO

٥ كل مما يأتى تقل كتلته بالتسخين، عدا ....

(أ) تسخين أكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء.
(ب) تسخين كربونات الحديد (II) بشدة.
(جـ) تسخين الحديد لدرجة الاحمرار فى الهواء.
(د) اختزال أكسيد الحديد (II) عند درجة حرارة مرتفعة.

فكرة الحل :
∵ تسخين أكسالات الحديد (II) بمعزل عن الهواء يؤدى إلى تصاعد غازى CO ، CO_2 وهو ما يجعل كتلة المادة الصلبة المتبقية أقل من كتلة أكسالات الحديد (II).

$$(COO)_2Fe_{(s)} \xrightarrow[\text{بمعزل عن الهواء}]{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)} + CO_{(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تسخين كربونات الحديد (II) يؤدى إلى تصاعد غاز CO_2 وخروجه من حيز التفاعل، لذا تقل كتلته.

$$FeCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} FeO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الحديد المسخن لدرجة الاحمرار يتفاعل مع الهواء مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسى.

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500°C} Fe_3O_{4(s)}$$

∴ تزداد كتلة الحديد بالتسخين لتكون Fe_3O_4

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

٦ عند خلط مادتين لوحظ حدوث تغير فى اللون مع عدم حدوث فوران أو تكون راسب.
ما هاتين المادتين؟

(أ) حمض النيتريك المخفف وكربونات الرصاص (II).
(ب) محلول هيدروكسيد الصوديوم وحمض الكبريتيك المخفف.
(جـ) حمض الهيدروكلوريك المخفف وأكسيد الحديد (II).
(د) محلول كلوريد البوتاسيوم ومحلول نترات الفضة.

فكرة الحل :
∵ أملاح الكربونات (مثل كربونات الرصاص (II)) تتفاعل مع الأحماض (مثل حمض النيتريك)، ويكون التفاعل مصحوبًا بفوران لتصاعد غاز CO_2

$$2HNO_{3(aq)} + PbCO_{3(aq)} \longrightarrow Pb(NO_3)_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ محلول هيدروكسيد الصوديوم عديم اللون وكذلك حمض الكبريتيك المخفف وينتج عن تفاعلهما محلول كبريتات الصوديوم وماء وكلاهما عديم اللون.

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ أكسيد الحديد (II) الأسود اللون يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف مكونًا محلول كلوريد الحديد (II) ذو اللون الأخضر الفاتح (الباهت) وماء.

$$FeO_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} FeCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ التفاعل يكون مصحوب بتغير لونى مع عدم حدوث فوران أو تكون راسب.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3

٧ كل مما يأتى من طرق تحضير أكسيد أحمر اللون، عدا ....

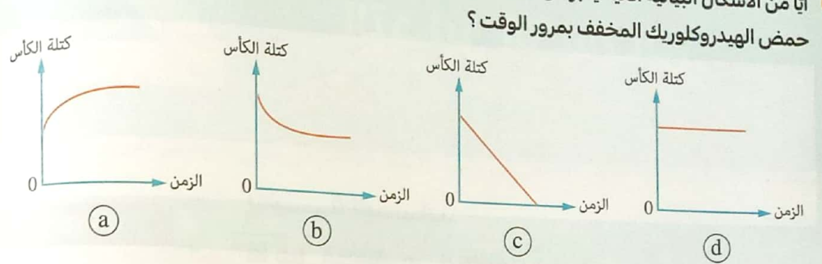
(أ) أكسدة مركب أكسيد الحديد الأسود.
(ب) تفاعل الحديد المسخن لدرجة الاحمرار مع الهواء.
(جـ) تسخين أكسالات الحديد (II) فى الهواء.
(د) الانحلال الحرارى لهيدروكسيد الحديد (III).

Worked Examples

الكشف عن الأنيونات (الشقوق الحامضية) فى المركبات غير العضوية

أولاً مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

١ أيا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن كتلة كأس تحتوى على خليط من كربونات الصوديوم و وفرة من حمض الهيدروكلوريك المخفف بمرور الوقت ؟



فكرة الحل :

تتفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، تبعًا للمعادلة :

$$Na_2CO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

ويـؤدى تصاعـد غـاز CO_2 من الكـأس مع وجود باقى مـواد التفاعل فيها إلى حدوث نقـص فى كتلة الكأس بما يساوى كتلة غاز CO_2 المتصاعد (كتلة الكأس لا تصل إلى الصفر).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

---

٢ تتفق أملاح الكربونات والبيكربونات فى كل مما يأتى، عدا إنها ....

Ⓐ تشتق من حمض واحد.

ⓑ تذوب جميعها فى الماء.

ⓒ تتفاعل مع حمض HCl المخفف مكونة غاز CO_2

ⓓ تتفاعل محاليلها مع محلول $MgSO_4$ مكونة راسب أبيض فى ظروف مختلفة.

فكرة الحل :

∵ كل من أملاح الكربونات CO_3^{2-} والبيكربونات HCO_3^- مشتقة من حمض الكربونيك H_2CO_3

∴ يستبعد الاختيار Ⓐ

∵ جميع أملاح الكربونات لا تذوب فى الماء، عدا كربونات كل من الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، بينما جميع أملاح البيكربونات تذوب فى الماء.

∴ ليست جميع أملاح الكربونات والبيكربونات تذوب فى الماء.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٣ تتفاعل المادة (X) مع حمض الهيدروكلوريك المخفف مكونة غاز يتفاعل مع محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض مكونًا مادة خضراء اللون. ما اسم المادة (X) ؟

Ⓐ كلوريد البوتاسيوم.

ⓑ كبريتات الصوديوم.

ⓒ كربونات الصوديوم.

ⓓ كبريتيت البوتاسيوم.

فكرة الحل :

غاز SO_2 يُخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض.

$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

وهذا الغاز ينتج من تفاعل أملاح الكبريتيت مع حمض الهيدروكلوريك المخفف.

$$K_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2KCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$$

∴ المادة (X) هى كبريتيت البوتاسيوم.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

---

٤ تبعًا لنواتج التفاعلين المقابلين :

• $X + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil}$ غاز (Y) عديم اللون كريه الرائحة

• $Y + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow$ مادة صلبة سوداء اللون

أيا مما يأتى يعبر عن كل من أنيون المركب (X) والغاز (Y) ؟

الغاز (Y)	أنيون المركب (X)	الاختيارات
SO_2	SO_3^{2-}	ⓐ
HCl	Cl^-	ⓑ
H_2S	S^{2-}	ⓒ
CO_2	CO_3^{2-}	ⓓ

فكرة الحل :

عنـد إضافـة حـمض الهيدروكلوريـك المخفـف إلـى ملـح الكبريتيـد S^{2-} يتصاعـد غـاز H_2S كريـه الرائحة (رائحة البيض الفاسد).

$$Na_2S_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

وغاز H_2S يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II).

$$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

⑪ يمكن تحضير خليط من كلوريد الحديد (II) وكلوريد الحديد (III) بالطرق الآتية، عدا ....

(أ) إمرار بخار ماء على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار ثم إضافة حمض HCl المركز الساخن إليه.

(ب) إمرار غاز الكلور على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار.

(ج) تسخين كبريتات الحديد (II) ومعالجة المادة الصلبة الناتجة بغاز CO (at 270°C) ثم إضافة حمض HCl المركز إليه.

(د) تسخين خليط من هيدروكسيد الحديد (III) وهيدروكسيد الحديد (II) مع حمض الهيدروكلوريك المركز.

فكرة الحل :

∵ عند إمرار بخار ماء على الحديد المسخن لدرجة الاحمرار (500°C) يتكون أكسيد الحديد المغناطيسي.

$$3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(v)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$$

وعند إضافة حمض HCl المركز الساخن إلى أكسيد الحديد المغناطيسي يتكون خليط من كلوريد الحديد (II) وكلوريد الحديد (III).

$$Fe_3O_{4(s)} + 8HCl_{(aq)} \xrightarrow[\text{conc}]{\Delta} FeCl_{2(aq)} + 2FeCl_{3(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

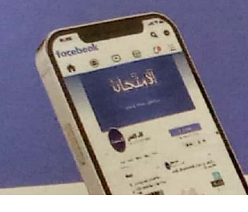
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ يتفاعل غاز الكلور مع الحديد المسخن لدرجة الاحمرار، تبعًا للمعادلة التالية :

$$2Fe_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_{3(s)}$$

∴ يتكون كلوريد الحديد (III) فقط وليس خليط من $FeCl_2$ ، $FeCl_3$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)



الباب 2
التحليل الكيميائي

الدرس الأول من بدايـــة البـــاب. إلى ما قبل الكشف عن الكاتيونـات.

الدرس الثانى من الكشـف عن الكاتيونـات. إلى ما قبل التحليل الكيميائى الكمى.

الدرس الثالث من التحليل الكيميائى الكمى. إلى نهاية البـاب.

فكرة الحل :

∵ أكسيد الحديد (II) يتأكسد بسهولة فى الهواء الساخن مكونًا أكسيد الحديد (III) الأحمر.

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الحديد المسخن لدرجة الاحمرار يتفاعل مع الهواء مكونًا أكسيد الحديد المغناطيسى.

$$3Fe_{(s)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{500^\circ C} Fe_3O_{4(s)}$$

∴ المركب الناتج Fe_3O_4 أسود اللون (وليس أحمر اللون).

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٨ ما عدد مولات كل من الحديد والأكسجين وحمض الكبريتيك المركز الساخن اللازمة لتحضير 2 mol من كبريتات الحديد (III) ؟

الاختيارات	عدد مولات الحديد	عدد مولات الأكسجين	عدد مولات حمض الكبريتيك المركز
(أ)	4	6	3
(ب)	6	4	3
(ج)	3	4	6
(د)	4	3	6

فكرة الحل :

كبريتات الحديد (III) تنتج من تفاعل أكسيد الحديد (III) مع حمض الكبريتيك المركز الساخن.

$$Fe_2O_{3(s)} + 3H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow[conc]{\Delta} Fe_2(SO_4)_{3(aq)} + 3H_2O_{(v)}$$

بضرب معاملات المعادلة × 2 :

$$2Fe_2O_3 + 6H_2SO_4 \longrightarrow 2Fe(SO_4)_3 + 6H_2O$$

4 mol Fe ، 3 mol O_2 ، 6 mol H_2SO_4 ، 2 mol $Fe_2(SO_4)_3$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٩ أيًا من المعادلات الآتية يُمثل فيها الحديد بالرمز (M) ؟

(a) $Cu_{(s)} + MSO_{4(aq)} \longrightarrow CuSO_{4(aq)} + M_{(s)}$

(b) $MSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} MO_{(s)} + SO_{3(g)}$

(c) $2MSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} 2MO_{(s)} + 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$

(d) $2MSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} M_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$

فكرة الحل :

∵ النحاس لا يحل محل الحديد فى محاليل أملاحه، لأن النحاس أقل نشاطًا كيميائيًا من الحديد.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ كبريتات الحديد (II) تنحل بالحرارة تبعًا للمعادلة التالية :

$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

∴ يستبعد الاختياران (b) ، (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

أكسيد الحديد المغناطيسى Fe_3O_4

١٠ ماذا يحدث عند استخدام غاز أول أكسيد الكربون فى اختزال المركب الصلب الناتج من التسخين الشديد لمركب كبريتات الحديد (II) ؟

(أ) يتكون غاز يعكر ماء الجير الرائق.

(ب) تتكون مجموعة من الغازات جميعها يعكر ماء الجير الرائق.

(ج) تتكون مجموعة من الغازات، إحداها يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II).

(د) تتكون مجموعة من الغازات، إحداها يُخضر محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمض.

فكرة الحل :

التسخين الشديد لمركب كبريتات الحديد (II) يؤدى إلى تكوين أكسيد الحديد (III).

$$2FeSO_{4(s)} \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_{3(s)} + SO_{2(g)} + SO_{3(g)}$$

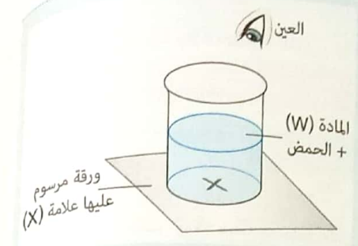
اختزال أكسيد الحديد (III) بغاز أول أكسيد الكربون يؤدى إلى تكوين أكسيد الحديد المغناطيسى مع تصاعد غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق.

$$3Fe_2O_{3(s)} + CO_{(g)} \xrightarrow{230^\circ : 300^\circ C} 2Fe_3O_{4(s)} + CO_{2(g)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٥ في تجربة معملية قام أحد الطلاب بالخطوتين التاليتين :

- وضع ورقة مرسوم عليها علامة X أسفل الدورق الموضوع فيه خليط من المادة (W) مع حمض الهيدروكلوريك المخفف.
- قاس الزمن المستغرق في اختفاء العلامة X عند النظر إليها من خلال خليط التفاعل [كما بالشكل المقابل].



أيا من المواد الآتية تعبر عن المادة (W) ؟

(أ) نيتريت الصوديوم.
(ب) بيكربونات الصوديوم.
(جـ) كبريتيت الصوديوم.
(د) ثيوكبريتات الصوديوم.

فكرة الحل :

اختفاء العلامة X يرجع إلى تكون مادة فى خليط التفاعل تعوق رؤيتها (راسب أو مادة معلقة).

∵ تفاعل نيتريت الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لا يؤدى إلى تكوين راسب.

$$NaNO_{2(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} NaCl_{(aq)} + HNO_{2(aq)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تفاعل بيكربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لا يؤدى إلى تكوين راسب.

$$NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ تفاعل كبريتيت الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف لا يؤدى إلى تكوين راسب.

$$Na_2SO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ تفاعل ثيوكبريتات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف يؤدى إلى تكوين راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول.

$$Na_2S_2O_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \xrightarrow{dil} 2NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} + SO_{2(g)} + S_{(s)}$$

∴ معلق الكبريت سوف يعيق رؤية العلامة X بمرور الوقت.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٦ يتكون محلول عديم اللون عند إضافة فلز الصوديوم إلى الحمض (X) ، وعند إضافة محلول نترات الفضة إلى هذا المحلول يتكون راسب أبيض.

ما الصيغة الكيميائية للحمض (X) ، وما تأثير الحرارة على الراسب المتكون؟

الاختيارات	الصيغة الكيميائية للحمض (X)	تأثير الحرارة على الراسب المتكون
(أ)	$H_2S_{(aq)}$	لا يحدث تغير لونى
(ب)	$H_2SO_{3(aq)}$	يسود بالتسخين
(جـ)	$HNO_{2(aq)}$	يزول الراسب بالتسخين
(د)	$HNO_{3(aq)}$	يسود بالتسخين

فكرة الحل :

* يتفاعل الصوديوم مع حمض H_2S مكونًا محلول Na_2S

$$2Na_{(s)} + H_2S_{(aq)} \longrightarrow Na_2S_{(aq)} + H_{2(g)}$$

∵ محلول Na_2S يتفاعل مع محلول نترات الفضة مكونًا راسب أسود اللون.

$$Na_2S_{(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 2NaNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

* يتفاعل الصوديوم مع حمض H_2SO_3 مكونًا محلول Na_2SO_3

$$2Na_{(s)} + H_2SO_{3(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{3(aq)} + H_{2(g)}$$

∵ محلول Na_2SO_3 يتفاعل مع محلول نترات الفضة مكونًا راسب أبيض من Ag_2SO_3 يسود بالتسخين.

$$Na_2SO_{3(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Ag_2SO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٧ المحلول (R) يقوم بدور العامل المختزل عند تفاعله مع المحلول (X).

أيا مما يأتى يعبر عن المحلول (X) وتأثير إضافة المحلول (R) إليه ؟

الاختيارات	المحلول (X)	تأثير إضافة المحلول (R) إليه
(أ)	برمنجنات البوتاسيوم المحمض	يزول اللون البنفسجى
(ب)	ماء البروم	يتحول المحلول عديم اللون إلى اللون البنى المحمر
(جـ)	ماء الكلور	يتحول المحلول عديم اللون إلى اللون الأصفر الباه
(د)	يوديد البوتاسيوم	يتحول المحلول عديم اللون إلى اللون البنى

فكرة الحل :

∵ المحلول (R) يقوم بدور العامل المختزل.

∴ المحلول (X) يقوم بدور العامل المؤكسد.

وإذا افترضنا أن المحلول (R) هو نيتريت الصوديوم $NaNO_2$

والمحلول (X) هو برمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$ المحمض.

فإنه عند إضافة المحلول (R) إلى المحلول (X) يزول لون محلول البرمنجنات البنفسجي.

$$5NaNO_{2(aq)} + 2KMnO_{4(aq)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 5NaNO_{3(aq)} + K_2SO_{4(aq)} + 2MnSO_{4(aq)} + 3H_2O_{(l)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

ثانيًا مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

٨ ما الأيونات الموجودة فى المحلول الناتج من إضافة وفرة من نترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم ؟

ⓐ Na^+ , Cl^-

ⓑ Cl^- , NO_3^- , Na^+

ⓒ Cl^- , Na^+ , Ag^+

ⓓ Ag^+ , NO_3^- , Na^+

فكرة الحل :

$$Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

عند تفاعل محلول كلوريد الصوديوم تمامًا مع كل محلول نترات الفضة،

فإن الأيونات التى سوف تكون فى حيز التفاعل هى Na^+ ، NO_3^-

إلا أن إضافة وفرة من محلول نترات الفضة تجعل هناك أيونات Ag^+ فى حيز التفاعل بدون تفاعل.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٩ ما التغير اللونى الحادث عند إضافة وفرة من محلول يوديد البوتاسيوم ببطء إلى محلول محمض من برمنجنات البوتاسيوم ؟

ⓐ عديم اللون ⟵ اللون البنى.

ⓑ اللون البنفسجى ⟵ اللون البنى.

ⓒ عديم اللون ⟵ اللون البنفسجى.

ⓓ اللون البنفسجى ⟵ عديم اللون.

فكرة الحل :

∵ المحلول المحمض من برمنجنات البوتاسيوم بنفسجى اللون.

∴ يستبعد الاختياران ⓐ ، ⓒ

∵ اختزال برمنجنات البوتاسيوم - بصفتها عامل مؤكسد - سوف يؤدى إلى أكسدة أيونات اليوديد إلى محلول اليود البنى.

$$2I^-_{(aq)} \longrightarrow I_{2(aq)} + 2e^-$$

∴ يتحول لون المحلول من البنفسجى إلى البنى.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٠ عند إضافة خليط من حمض الكبريتيك المركز الساخن وثانى أكسيد المنجنيز - كعامل مؤكسد - إلى أحد الأملاح تصاعد بخار ذو لون مميز.

ما الأنيون المحتمل وجوده فى هذا الملح، وما لون الأبخرة المتصاعدة ؟

الاختيارات	الأنيون المحتمل وجوده فى الملح	لون البخار المتصاعد
ⓐ	NO_3^-	بنى محمر
ⓑ	Br^-	برتقالى محمر
ⓒ	Cl^-	أبيض
ⓓ	NO_2^-	عديم اللون

فكرة الحل :

∵ لا يمكن أكسدة مجموعة NO_3^- (لأن عدد تأكسد N فيها يساوى 5+ وهو أقصى عدد تأكسد للنيتروجين).

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ أكسدة أيونات البروميد Br^- تؤدى إلى تكوين بخار البروم.

$$2Br^-_{(aq)} \longrightarrow Br_{2(v)} + 2e^-$$

∴ البخار المتصاعد لونه برتقالى محمر.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١١ يتفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف مكونًا المحلول (X).

أيًا مما يأتى يتحد مع المحلول (X) لتكوين مركب بنى اللون ؟

ⓐ N_2O

ⓑ NO

ⓒ N_2O_3

ⓓ N_2O_5

فكرة الحل :

عند تفاعل الحديد مع حمض الكبريتيك المخفف يتكون محلول كبريتات الحديد (II).

$$Fe_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \xrightarrow{dil} FeSO_{4(aq)} + H_{2(g)}$$

ويتحد مركب كبريتات الحديد (II) مع غاز NO مكونًا مركب الحلقة البنية.

$$FeSO_{4(aq)} + NO_{(g)} \longrightarrow FeSO_4.NO_{(s)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

ثالثًا مجموعة أيونات محلول كلوريد الباريوم

١٢ محلول يحتوى على أيونات Ag^+ ، Ba^{2+} ، Mn^{2+} ، Cu^{2+} أضيف إليه حمض الهيدروكلوريك المخفف، فتكوّن الراسب (X)، وبعد فصل الراسب (X) أضيف حمض الكبريتيك إلى المحلول المتبقى، فتكون الراسب (Y).
أيًا مما يأتى يعبر عن كل من الراسبين (X) ، (Y) ؟

الاختيارات	الراسب (X)	الراسب (Y)
a	AgCl	$BaSO_4$
b	$BaCl_2$	Ag_2SO_4
c	AgCl	$MnSO_4$
d	$MnCl_2$	$CuSO_4$

فكرة الحل :

∵ أيونات الكلوريد $Cl^-_{(aq)}$ الموجودة فى حمض الهيدروكلوريك المخفف تتحد مع أيونات $Ag^+_{(aq)}$ مكونة راسب أبيض من كلوريد الفضة.

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (b) ، (d)

∵ أيونات الكبريتات $SO^{2-}_{4(aq)}$ الموجودة فى حمض الكبريتيك تتحد مع أيونات $Ba^{2+}_{(aq)}$ مكونة راسب أبيض من كبريتات الباريوم.

$$Ba^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

١٣ أضيف وفرة من محلول نترات الفضة إلى خليط من محلول فوسفات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم ثم أضيف إلى الناتج وفرة من محلول الأمونيا المركز
أيًا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن التغير فى كتل رواسب التفاعل المتكونة بمرور الزمن ؟



فكرة الحل :

∵ أيونات الفضة الموجودة فى محلول نترات الفضة، تتحد مع :

- أيونات الفوسفات الموجودة فى محلول فوسفات البوتاسيوم مكونة راسب من فوسفات الفضة Ag_3PO_4

$$3AgNO_{3(aq)} + K_3PO_{4(aq)} \longrightarrow 3KNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$$

- أيونات الكلوريد الموجودة فى محلول كلوريد البوتاسيوم مكونة راسب من كلوريد الفضة AgCl

$$AgNO_{3(aq)} + KCl_{(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

∴ تزداد كتلة الرواسب المتكونة بمرور الوقت.
وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)

∵ كل من راسب Ag_3PO_4 وراسب AgCl يذوبا فى محلول الأمونيا.
∴ تقل كتلة الرواسب بمرور الوقت حتى تختفى تمامًا (تصبح صفر).
وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)



Worked Examples

الكشف عن الكاتيونات (الشقوق القاعدية) فى المركبات غير العضوية

أولًا كاتيونات المجموعة التحليلية الأولى

١ خليط مائى يحتوى على الأيونات التالية :

NH_4^+	Ag^+	Pb^{2+}	K^+	Ba^{2+}	Cu^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-

ما عدد المركبات المتكونة فى صورة رواسب ؟

(a) 3 (b) 5 (c) 7 (d) 8

فكرة الحل :

* أيونات SO_4^{2-} تُكوِّن راسب مع كل من أيونات Ba^{2+} ، Pb^{2+} ، Ag^+

* أيونات Cl^- تُكوِّن راسب مع كل من أيونات Pb^{2+} ، Ag^+

∴ عدد المركبات المتكونة فى صورة رواسب = 5

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٢ ما زوج الأيونات الذى يُكوِّن راسب أبيض عند إضافة حمض HCl المخفف إلى محاليل أملاحهما ؟

(a) Fe^{2+} , Pb^{2+} (b) Mg^{2+} , Ag^+

(c) Zn^{2+} , Hg^+ (d) Hg^+ , Cu^+

فكرة الحل :

∵ أيونات Fe^{2+} تُكوِّن مع أيونات Cl^- ملح $FeCl_2$ الذى يذوب فى الماء مكونًا محلول.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ أيونات Mg^{2+} تُكوِّن مع أيونات Cl^- ملح $MgCl_2$ الذى يذوب فى الماء مكونًا محلول.

∴ يستبعد الاختيار (b)

∵ أيونات Zn^{2+} تُكوِّن مع أيونات Cl^- ملح $ZnCl_2$ الذى يذوب فى الماء مكونًا محلول.

∴ يستبعد الاختيار (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

ثانيًا كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية

٣ جميع محاليل الأملاح الآتية تُكوِّن راسب أسود عند إمرار غاز H_2S فيه، عدا ....

(a) $AgNO_3$

(b) $(CH_3COO)_2Pb$

(c) $Cu(NO_3)_2$

(d) NaCl

فكرة الحل :

* عند إمرار غاز H_2S فى :

• محلول $AgNO_3$ يتكون راسب أسود من Ag_2S

$$2AgNO_{3(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2HNO_{3(aq)} + Ag_2S_{(s)}$$

وعليه يستبعد الاختيار (a)

• محلول $(CH_3COO)_2Pb$ يتكون راسب أسود من PbS

$$(CH_3COO)_2Pb_{(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2CH_3COOH_{(aq)} + PbS_{(s)}$$

وعليه يستبعد الاختيار (b)

• محلول $Cu(NO_3)_2$ يتكون راسب أسود من CuS

$$Cu(NO_3)_{2(aq)} + H_2S_{(g)} \longrightarrow 2HNO_{3(aq)} + CuS_{(s)}$$

وعليه يستبعد الاختيار (c)

* ومن المعلوم أن كل أملاح الصوديوم تذوب فى الماء (أى لا تكون رواسب).

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

٤ أيًا مما يأتى يعبر عن التجارب المناسبة للكشف عن محلول كبريتات النحاس (II) ؟

الاختيارات	بإضافة حمض HCl	بإضافة حمض H_2S	بإضافة محلول $Ba(NO_3)_2$
أ	✓	✓	✗
ب	✓	✗	✓
ج	✗	✓	✗
د	✗	✓	✓

فكرة الحل :

∵ حمض HCl أقل ثباتًا من حمض H_2SO_4 فلا يستطيع طرده من محاليل أملاحه.

∴ لا يصلح حمض HCl فى الكشف عن محلول كبريتات النحاس (II).

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ج)

∵ أيونات Ba^{2+} تكون مع أيونات SO_4^{2-} راسب أبيض من $BaSO_4$

∴ يستخدم محلول $Ba(NO_3)_2$ فى الكشف عن محلول كبريتات النحاس (II).

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

ثالثًا كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة

٥ أى مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لمركب هيدروكسيد الحديد (II) ؟

(أ) يذوب فى وفرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الأمونيوم.

(ب) يذوب فى الماء مكونًا محلول يُزرق ورقة عباد الشمس الحمراء.

(ج) يذوب فى حمض HCl مكونًا محلول يتغير لونه عند تعرضه للهواء الجوى.

(د) يمكن الحصول عليه من التسخين الشديد لملح كبريتات الحديد (II).

فكرة الحل :

∵ مركب هيدروكسيد الحديد (II) يذوب فى الأحماض (ولا يذوب فى القلويات).

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ مركب هيدروكسيد الحديد (II) لا يذوب فى الماء.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ هيدروكسيد الحديد (II) يتفاعل مع حمض HCl تبعًا للمعادلة التالية :

$$Fe(OH)_{2(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow FeCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

∵ محلول $FeCl_2$ يحتوى على أيونات Fe^{2+} (لونها أخضر فاتح) التى يسهل أكسدتها إلى أيونات Fe^{3+} (لونها أصفر باهت).

∴ يذوب $Fe(OH)_2$ فى حمض HCl مكونًا محلول $FeCl_2$ الذى يتأكسد إلى $FeCl_3$

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٦ أضيف وفرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى كمية محدودة من محلول كبريتات الألومنيوم فى أنبوبة اختبار ما كل الأيونات الموجودة فى أنبوبة الاختبار بعد انتهاء التفاعل ؟

(a) $Na^+ , SO_4^{2-} , Al^{3+} , OH^-$ (b) $Na^+ , SO_4^{2-} , AlO_2^-$

(c) $Na^+ , SO_4^{2-} , AlO_2^- , OH^-$ (d) Na^+ , OH^- , Al^{3+}

فكرة الحل :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كبريتات الألومنيوم، يتكون راسب أبيض جيلاتينى من هيدروكسيد الألومنيوم، يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم، مكونًا ميتا ألومينات الصوديوم.

$$\bullet\ Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 6NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2Al(OH)_{3(s)} \quad (1)$$

$$\bullet\ Al(OH)_{3(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow \underset{\text{ميتا ألومينات الصوديوم}}{NaAlO_{2(aq)}} + 2H_2O_{(l)} \quad (2)$$

بضرب معاملات المعادلة (2) × 2 ثم الجمع مع المعادلة (1) تنتج المعادلة :

$$Al_2(SO_4)_{3(aq)} + 8NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3Na_2SO_{4(aq)} + 2NaAlO_{2(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

∵ إضافة وفرة من هيدروكسيد الصوديوم تؤدى إلى وجود أيونات Na^+ ، OH^- فى خليط التفاعل بعد انتهائه.

∴ يستبعد الاختيار (b)

∵ التفاعل ينتج عنه تكون محلول Na_2SO_4 ومحلول $NaAlO_2$

∴ توجد أيونات Na^+ ، AlO_2^- ، SO_4^{2-} فى خليط التفاعل بعد انتهائه بالإضافة لأيونات OH^-

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

٧ أى مما يأتى يعبر عن الكاتيونات التى تكوّن راسب أبيض عند إضافة قطرات من محلول NaOH إليها ؟

(a) $Zn^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+}$ (b) $Zn^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+}$

(c) $Pb^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+}$ (d) $Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+}$

فكرة الحل :

∵ عند إضافة محلول NaOH إلى :

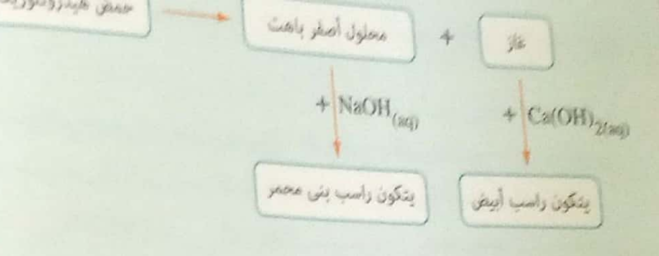
• أيونات Fe^{2+}، يتكون راسب لونه أبيض مخضر من $Fe(OH)_2$

∴ يستبعد الاختيار (b)

• أيونات Fe^{3+}، يتكون راسب لونه بنى محمر من $Fe(OH)_3$

∴ يستبعد الاختيارين (c) ، (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (a)



ما الكاتيون والأنيون المكونين للملح (X) ؟

الكاتيون	الأنيون	الاختيارات
Fe^{3+}	S^{2-}	ⓐ
Al^{3+}	SO_3^{2-}	ⓑ
Cu^{2+}	NO_2^-	ⓒ
Fe^{3+}	CO_3^{2-}	ⓓ

فكرة الحل :

∵ محلول $FeCl_3$ لونه أصفر باهت ويتفاعل مع محلول NaOH مكونًا راسب بنى محمر من $Fe(OH)_3$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$$

∴ كاتيون الملح هو : Fe^{3+}

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓑ ، ⓒ

∵ أملاح الكربونات تتفاعل مع الأحماض مكونة غاز CO_2 الذى يعكر ماء الجير الرائق $Ca(OH)_2$ لتكون ملح $CaCO_3$ (راسب أبيض لا يذوب فى الماء).

$$CO_{2(g)} + Ca(OH)_{2(aq)} \xrightarrow{S.T} CaCO_{3(s)} + H_2O_{(l)}$$

∴ أنيون الملح هو : CO_3^{2-}

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

التحليل الكمى الحجمى

١ ما حجم حمض H_2SO_4 تركيزه 0.05 M اللازم للتعادل تماما مع 80 mL من محلول NaOH تركيزه 0.13 M ؟

ⓐ 104 mL

ⓑ 52 mL

ⓒ 26 mL

ⓓ 10.4 mL

فكرة الحل :

$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$M_a = 0.05$ M	$V_a = ?$ mL	$n_a = 1$ mol
$M_b = 0.13$ M	$V_b = 80$ mL	$n_b = 2$ mol

$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.05 \times V_a}{1} = \frac{0.13 \times 80}{2}$$

$$\therefore V_a = 104 \text{ mL}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

٢ يلزم 20 mL من حمض الهيدروكلوريك تركيزه 1 M كمحلول قياسى لمعايرة 1.063 g من كربونات الصوديوم لتحديد درجة نقائه.

ما النسبة المئوية لنقاء كربونات الصوديوم ؟

$[Na_2CO_3 = 106 \text{ g/mol}]$

ⓐ 98.7%

ⓑ 99%

ⓒ 99.7%

ⓓ 97.8%

فكرة الحل :

عدد مولات HCl المتفاعلة = التركيز × الحجم (L)

$$0.02\ mol = \frac{20}{1000} \times 1 =$$

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

1 mol 2 mol

? mol 0.02 mol

عدد مولات Na_2CO_3 المتفاعلة = $\frac{0.02}{2} = 0.01\ mol$

كتلة Na_2CO_3 المتفاعلة = عدد المولات × الكتلة المولية من المادة

$= 106 \times 0.01 = 1.06\ g$

النسبة المئوية لنقاء كربونات الصوديوم (%) = $\frac{\text{كتلة المركب فى العينة (g)}}{\text{كتلة العينة غير النقية (g)}} \times 100\%$

$= \frac{1.06}{1.063} \times 100\% = 99.7\%$

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

٣ عند إضافة 25 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى 50 mL من حمض الكبريتيك تستهلك كل المتفاعلات.
أيا مما يأتى يعبر عن تركيز كل منهما ؟

(أ) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم يساوى أربعة أمثال تركيز حمض الكبريتيك.

(ب) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم له نفس تركيز حمض الكبريتيك.

(ج) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم ضعف تركيز حمض الكبريتيك.

(د) تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم نصف تركيز حمض الكبريتيك.

فكرة الحل :

$$2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

$V_b = 25\ mL$	$n_b = 2\ mol$	$M_b = ?\ M$
$V_a = 50\ mL$	$n_a = 1\ mol$	$M_a = ?\ M$

$$\frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{M_a V_a}{n_a}$$

$$\frac{M_b}{M_a} = \frac{V_a n_b}{V_b n_a} = \frac{50 \times 2}{25 \times 1} = 4 \qquad \therefore M_b = 4 M_a$$

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

الأدلة الكيميائية

٤ تم خلط 100 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم يحتوى على 12.6 g من KOH المذاب مع 100 mL من حمض النيتريك يحتوى على 5.6 g من HNO_3 المذاب.
ما اللون الذى يتلون به خليط التفاعل عند إضافة قطرات من دليل أزرق بروموثيمول إليه ؟

[H = 1 , N = 14 , O = 16 , K = 39]

(أ) أخضر باهت. (ب) أصفر. (ج) أزرق. (د) أحمر.

فكرة الحل :

$$KOH_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

1 mol 1 mol

الكتلة المولية من KOH = 39 + 16 + 1 = 56 g/mol

عدد مولات KOH = $\frac{12.6}{56} = 0.225\ mol$

الكتلة المولية من HNO_3 = 1 + 14 + (3 × 16) = 63 g/mol

عدد مولات HNO_3 = $\frac{5.6}{63} = 0.09\ mol$

∵ عدد مولات KOH (0.225 mol) أكبر من عدد مولات HNO_3 (0.09 mol) فى خليط التفاعل.

∴ محلول خليط التفاعل يكون قاعديًا أى يتلون باللون الأزرق عند إضافة قطرات من دليل أزرق بروموثيمول إليه.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٥ يتغير لون دليل الفينولفثالين مع ....

(a) $HCl_{(aq)}$ (b) $KOH_{(aq)}$ (c) $H_2O_{(l)}$ (d) $NaCl_{(aq)}$

فكرة الحل :

∵ دليل الفينولفثالين يكون عديم اللون فى كل من :

• الوسط المتعادل ($H_2O_{(l)}$ ، $NaCl_{(aq)}$).

∴ يستبعد الاختياران (c) ، (d).

• الوسط الحامضى ($HCl_{(aq)}$).

∴ يستبعد الاختيار (a).

* يتغير لون دليل الفينولفثالين فى الوسط القاعدى ($KOH_{(aq)}$) إلى الأحمر الوردى.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٦ أيا من مخاليط المحاليل الآتية يحول لون دليل الميثيل البرتقالى إلى اللون الأحمر؟

[$HCl = 36.5$ g/mol , $NaOH = 40$ g/mol , $H_2SO_4 = 98$ g/mol , $Ca(OH)_2 = 74$ g/mol]

(أ) 20 mL من محلول يحتوى على 3.65 g من HCl + 20 mL من محلول يحتوى على 4 g من $NaOH$

(ب) 20 mL من محلول يحتوى على 9.8 g من H_2SO_4 + 20 mL من محلول يحتوى على 7.4 g من $Ca(OH)_2$

(ج) 10 mL من محلول يحتوى على 3.65 g من HCl + 20 mL من محلول يحتوى على 0.4 g من $NaOH$

(د) 20 mL من محلول يحتوى على 9.8 g من H_2SO_4 + 10 mL من محلول يحتوى على 7.4 g من $Ca(OH)_2$

فكرة الحل :

يتلون دليل الميثيل البرتقالى باللون الأحمر فى الوسط الحامضى الذى يكون تركيز أيونات H^+ فيه أكبر من تركيز أيونات OH^- ويتم التعرف على تركيز كل منها فى الاختيارات الأربعة، كما هو موضح بالجدول التالى :

الاختيارات	عدد مولات الحمض	عدد مولات H^+	عدد مولات القاعدة	عدد مولات OH^-
(أ)	$\frac{3.65}{36.5} = 0.1$ mol	0.1 mol	$\frac{4}{40} = 0.1$ mol	0.1 mol
(ب)	$\frac{9.8}{98} = 0.1$ mol	$2 \times 0.1 = 0.2$ mol	$\frac{7.4}{74} = 0.1$ mol	$2 \times 0.1 = 0.2$ mol
(ج)	$\frac{3.65}{36.5} = 0.1$ mol	0.1 mol	$\frac{0.4}{40} = 0.01$ mol	0.01 mol
(د)	$\frac{9.8}{98} = 0.1$ mol	$2 \times 0.1 = 0.2$ mol	$\frac{7.4}{74} = 0.1$ mol	$2 \times 0.1 = 0.2$ mol

∵ عدد مولات H^+ تساوى عدد مولات OH^- فى خليط محاليل الاختيارات (أ) ، (ب) ، (د)

∴ خليط التفاعل يكون متعادلاً فى هذه الحالات.

وعليه يتم استبعاد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (د)

∵ عدد مولات H^+ يكون أكبر من عدد مولات OH^- فى خليط محلول الاختيار (ج)

∴ خليط محلول الاختيار (ج) يكون حامضيًا (يحول لون دليل الميثيل البرتقالى إلى اللون الأحمر).

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٧ عند خلط 50 mL من حمض الكبريتيك تركيزه 0.2 M مع 100 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.1 M به قطرات من دليل عباد الشمس، فإن لون خليط التفاعل يصبح ....

(أ) أصفر. (ب) أزرق. (ج) أرجوانى. (د) أحمر.

فكرة الحل :

عدد مولات حمض الكبريتيك $H_2SO_4 = \frac{50}{1000} \times 0.2 = 0.01$ mol

عدد مولات أيونات $H^+ = 0.01 \times 2 = 0.02$ mol

عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم $NaOH = \frac{100}{1000} \times 0.1 = 0.01$ mol

عدد مولات أيونات $OH^- = 0.01$ mol

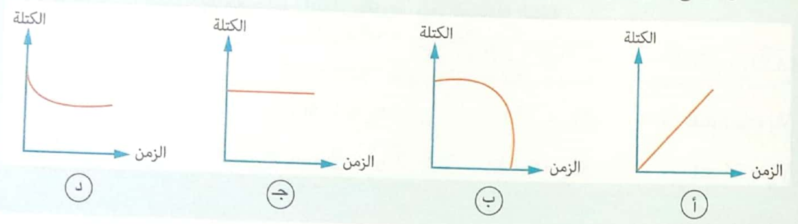
∵ عدد مولات H^+ أكبر من عدد مولات OH^- فى خليط التفاعل.

∴ خليط التفاعل حامضى، يصبح لون دليل عباد الشمس أحمر.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

التحليل الكمى الكتلى بطريقة التطاير

٨ ما الشكل البيانى الذى يعبر عن التغير الحادث فى كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت عند تسخينها بشدة؟



فكرة الحل :

∵ عند تسخين عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت ($BaCl_2.XH_2O$) يتطاير ماء التبلر (XH_2O) ويتبقى ملح كلوريد الباريوم غير المتهدرت ($BaCl_2$)

∴ كتلة العينة المتهدرتة سوف تقل بمقدار ما تطاير من الماء فقط (لا تصل الكتلة إلى الصفر).

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٩ إذا اعتبرنا أن الكتلة المولية من $CuSO_4$ تساوى 160 g/mol ومن الماء 18 g/mol ما النسبة المئوية الكتلية لماء التبلر فى $CuSO_4.5H_2O$؟

(a) $\frac{18 \times 100}{160}$ %

(b) $\frac{5 \times 18 \times 100}{160}$ %

(c) $\frac{18 \times 100}{160 + 18}$ %

(d) $\frac{5 \times 18 \times 100}{160 + (5 \times 18)}$ %

فكرة الحل :

$$\text{النسبة المئوية لماء التبلر في العينة} = \frac{\text{كتلة ماء التبلر في العينة } (5H_2O)}{\text{كتلة عينة المادة المتبلرة } (CuSO_4.5H_2O)} \times 100\%$$

$$= \frac{5 \times 18}{160 + (5 \times 18)} \times 100\%$$

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

١٠ عينة من كربونات الصوديوم المتهدرتة كتلتها 14.3 g أذيبت في الماء المقطر لعمل محلول حجمه 1 L ولزم لمعادلة 25 mL من هذا المحلول 25 mL من حمض هيدروكلوريك تركيزه 0.1 M

ما النسبة المئوية لماء التبلر في هذه العينة ؟ [Na = 23 , C = 12 , O = 16]

(a) 31.65%

(b) 15.73%

(c) 25.87%

(d) 62.94%

فكرة الحل :

تتفاعل كربونات الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك تبعًا للمعادلة التالية :

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

$V_b = 25$ mL	$M_b = ?$ M	$n_b = 1$ mol
$V_a = 25$ mL	$M_a = 0.1$ M	$n_a = 2$ mol

$$\frac{M_b V_b}{n_b} = \frac{M_a V_a}{n_a}$$

$$M_b = \frac{0.1 \times 25 \times 1}{25 \times 2} = 0.05 \text{ M}$$

عدد مولات Na_2CO_3 في المحلول الذي حجمه 1 L = 1 × 0.05 = 0.05 mol

الكتلة المولية من Na_2CO_3 = (2 × 23) + 12 + (3 × 16) = 106 g/mol

كتلة Na_2CO_3 في العينة = 0.05 × 106 = 5.3 g

كتلة ماء التبلر في العينة = 14.3 – 5.3 = 9 g

النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{9}{14.3} \times 100\% \simeq 62.94\%$

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

التحليل الكمي الكتلي بطريقة الترسيب

١١ ما الخطوات المتبعة في فصل ملح نترات الصوديوم من خليط له مع ملح كربونات الكالسيوم ؟

(أ) إذابة ← تبخير ← تبلر ← ترشيح.

(ب) إذابة ← ترشيح ← تبخير ← تبلر.

(ج) ترشيح ← تبلر ← تبخير ← ذوبان.

(د) ترشيح ← تبخير ← تبلر ← ذوبان.

فكرة الحل :

∵ ملح نترات الصوديوم يذوب في الماء وملح كربونات الكالسيوم لا يذوب في الماء.

∴ الخطوة الأولى هي إضافة الماء إلى خليط الملحين مع التقليب.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (ج) ، (د)

∵ فصل ملح كربونات الكالسيوم عن محلول نترات الصوديوم يتم بالترشيح.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١٢ عينة (X) من ملح كلوريد الصوديوم، تمثل الشوائب 50% من كتلتها، وعند إذابتها في الماء تكوّن محلول وعند إضافة محلول نترات الفضة بوفرة إليه تكوّن راسب كتلته 8.5 g

ما كتلة العينة (X) ؟ [Ag = 108 , Cl = 35.5 , Na = 23]

(a) 6.93 g (b) 7.2 g (c) 8 g (d) 10 g

فكرة الحل :

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

	$NaCl$		$AgCl$
	(23 + 35.5)		(108 + 35.5)
	58.5 g/mol		143.5 g/mol
	? g		8.5 g

كتلة NaCl المتفاعلة = $\frac{58.5 \times 8.5}{143.5}$ = 3.465 g

∵ نسبة الشوائب في عينة كلوريد الصوديوم (X) تساوي 50%

$$\text{نسبة كلوريد الصوديوم في العينة} = \frac{\text{كتلة كلوريد الصوديوم في العينة}}{\text{كتلة العينة}} \times 100\%$$

∴ كتلة العينة (X) = $\frac{3.465 \times 100\%}{50\%}$ = 6.93 g

الحل : الاختيار الصحيح : (a)



١٤ تـم إذابة 0.93 g من خليط يحتوى على عدد متســاوى من مــولات NaCl ، $MgCl_2$ فى الماء ثـم أضيف إليها وفرة من محلول $AgNO_3$ لضمان ترسـيب كل أيونات الكلوريـد، فـإذا كانت كتلـة كلوريد الفضة المترسـبة تساوى 2.676 g

المركب	الكتلة المولية
NaCl	58.5 g/mol
AgCl	143.5 g/mol

ما النسبة المئوية الكتلية التقريبية لكلوريد الصوديوم فى العينة ؟

ⓐ 20% ⓑ 39% ⓒ 60% ⓓ 80%

فكرة الحل :

$$NaCl_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$$

$$MgCl_{2(aq)} + 2AgNO_{3(aq)} \longrightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + 2AgCl_{(s)}$$

بالجمع

$$NaCl_{(aq)} + MgCl_{2(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + Mg(NO_3)_{2(aq)} + 3AgCl_{(s)}$$

$$NaCl \longrightarrow 3AgCl$$

$$58.5\text{ g} \qquad 3 \times 143.5\text{ g}$$

$$?\text{ g} \qquad 2.676\text{ g}$$

∴ كتلة NaCl فى العينة = $\frac{58.5 \times 2.676}{3 \times 143.5} = 0.3636\text{ g}$

النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم فى العينة = $\frac{0.3636}{0.93} \times 100\%$

$= 39.1\% \simeq 39\%$

الحـل : الاختيار الصحيح : ⓑ



احرص على اقتناء كتاب **الامتحان** للأسئلة و المسائل بنظام Open Book

الباب

3 الاتـــزان الكيميائى



Worked Examples

الاتزان فى الأنظمة الفيزيائية

١ المعادلات الآتية تعبر عن عمليات اتزان كيميائى، عدا ....

ⓐ $2I^-_{(aq)} \rightleftharpoons I_{2(s)}$

ⓑ $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$

ⓒ $I_{2(s)} \rightleftharpoons I_{2(v)}$

ⓓ $2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

فكرة الحل :

∵ عمليات الاتزان الكيميائى يصاحبها تغير فى التركيب الكيميائى للنواتج عن المتفاعلات.

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ ، ⓑ ، ⓓ

∵ تحول اليود الصلب إلى أبخرة يود والعكس يمثل تغير فيزيائى (تغير فى حالة المادة المتفاعلة فقط).

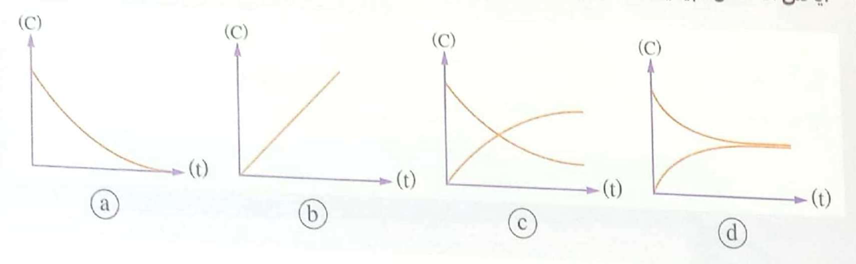
∴ المعادلة ⓒ تعبر عن عملية اتزان فيزيائى.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

الاتزان فى الأنظمة الكيميائية

٢ فى التفاعل : $AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow NaNO_{3(aq)} + AgCl_{(s)}$

أيا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن العلاقة بين تركيز المتفاعلات (C) و الزمن (t) ؟



فكرة الحل :

∵ التفاعل الحادث من التفاعلات التامة (وليس من التفاعلات الانعكاسية).

∴ يستبعد الاختيارين ⓒ ، ⓓ

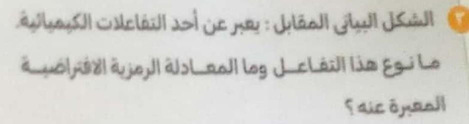
∵ تركيز المتفاعلات (C) فى التفاعلات التامة يقل بمرور الزمن (t) إلى أن تستهلك المتفاعلات تماماً

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

٣ الشكل البيانى المقابل : يعبر عن أحد التفاعلات الكيميائية.

ما نوع هذا التفاعل وما المعادلة الرمزية الافتراضية المعبرة عنه ؟



الاختيارات	نوع التفاعل	معادلة التفاعل
ⓐ	تفاعل تام	$A + B \longrightarrow 2C$
ⓑ	تفاعل انعكاسى	$3A + C \rightleftharpoons 2B$
ⓒ	تفاعل تام	$3A + B \longrightarrow 2C$
ⓓ	تفاعل انعكاسى	$2C \rightleftharpoons 3A + B$

فكرة الحل :

∵ يتضح من الشكل البيانى أن تركيز المادة (B) فقط لحظة بداية التفاعل يساوى zero

∴ المادة (B) هى المادة الناتجة فقط من التفاعل الحادث.

وعليه يتم استبعاد الاختيارات ⓐ ، ⓒ ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

معدل التفاعل الكيميائى

٤ الشكلان البيانيان التاليان يعبران عن التفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$:

أيًا مما يأتى يعبر عن الأرقام من (1) : (3) بالشكلين ؟

الاختيارات	(1)	(2)	(3)
ⓐ	التركيز	NO_2	معدل التفاعل
ⓑ	التركيز	N_2O_4	معدل التفاعل
ⓒ	معدل التفاعل	N_2O_4	التركيز
ⓓ	معدل التفاعل	NO_2	التركيز

فكرة الحل :

∵ المنحنى (2) يعبر عن N_2O_4 (سواء تركيزه أو معدل تكونه) لأنه يساوى zero لحظة بدء التفاعل.

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓓ

∵ بمرور الزمن يقل تركيز NO_2 ويزداد تركيز N_2O_4 إلى أن يصلا إلى حالة الاتزان.

∴ المحور (1) يعبر عن التركيز.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٥ فى التفاعل الافتراضى : $2A + B \longrightarrow C$

أيًا من العلاقات الآتية تعبر عن معدل التفاعل الحادث ؟

ⓐ $\Delta[A] = \Delta[C]$

ⓑ $-\Delta[A] = \Delta[C]$

ⓒ $-2\Delta[A] = \Delta[C]$

ⓓ $-\Delta[A] = 2\Delta[C]$

فكرة الحل (١) :

$$2A + B \longrightarrow C$$

2 mol   1 mol

$-\Delta[A]$ $+\Delta[C]$ $dt = 1$

$\therefore -\Delta[A] = 2\Delta[C]$

فكرة الحل (٢) :

فى التفاعل الافتراضى : $2A + B \longrightarrow C$

معدل التفاعل الكيميائى = $\frac{\Delta[C]}{dt} = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[A]}{dt}$

ويفرض أن التغير فى الزمن ثابت $(dt = 1)$.

$\therefore -\frac{1}{2}\Delta[A] = \Delta[C]$

$\therefore -\Delta[A] = 2\Delta[C]$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

---

٦ أمامك أربع عمليات مختلفة :

* صدأ الحديد. * تعفن ثمرة البرتقال. * تقدم العمر. * احتراق الشمعة.


(١)


(٢)


(٣)


(٤)

ما الترتيب الصحيح لسرعة حدوث هذه العمليات ؟

(أ) (١) ← (٢) ← (٣) ← (٤).

(ب) (٤) ← (١) ← (٢) ← (٣).

(ج) (٣) ← (٢) ← (٤) ← (١).

(د) (٤) ← (٢) ← (١) ← (٣).

فكرة الحل :

∵ عملية احتراق الشمعة تستغرق عدة دقائق فقط.

∴ معدل احتراق الشمعة هو الأسرع.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ج)

∵ تعفن ثمرة البرتقال يستغرق أيام قليلة، بينما صدأ الحديد يستغرق شهور.

∴ معدل تعفن ثمرة البرتقال أسرع من معدل صدأ الحديد.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

العوامل المؤثرة فى معدل (سرعة) التفاعلات الكيميائية

٧ فى التفاعل : $Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$

يزداد معدل التفاعل عند إضافة المزيد من الماغنسيوم إلى الحمض، بسبب ....

(أ) زيادة تركيز المتفاعلات.   (ب) قيام الماغنسيوم بدور العامل المؤكسد.

(ج) زيادة مساحة سطح الماغنسيوم المعرض للتفاعل.   (د) تغير طبيعة المتفاعلات.

فكرة الحل :

∵ الماغنسيوم مادة صلبة.

∴ تركيزها لا يزداد بزيادة كميتها.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ الماغنسيوم تحدث له عملية أكسدة (أى يقوم بدور العامل المختزل).

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ إضافة المزيد من الماغنسيوم تؤدى إلى زيادة مساحة سطحه المعرض للتفاعل.

∴ يزداد معدل التفاعل الكيميائى بزيادة مساحة سطح الماغنسيوم.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

---

٨ ما المؤثرات التى تؤدى إلى خفض معدل التفاعل الكيميائى الموضح بالشكل المقابل ؟

25 mL من حمض HCl

قطع $CaCO_3$

الاختيارات	درجة حرارة الحمض	تركيز الحمض	مساحة سطح القطع
(أ)	خفض	خفض	زيادة
(ب)	خفض	خفض	تقليل
(ج)	زيادة	خفض	تقليل
(د)	زيادة	زيادة	زيادة

فكرة الحل :

∵ خفض معدل التفاعل الحادث يتطلب خفض درجة الحرارة.

∴ يستبعد الاختياران (ج) ، (د)

∵ خفض معدل التفاعل الحادث يتطلب تقليل مساحة سطح القطع المتفاعلة.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٩ يحترق غاز الميثان ببطء في الهواء الجوي عند درجة حرارة الغرفة، أما عند وضع قطعة من البلاتين في وعاء التفاعل المحتوي على خليط من الميثان والهواء الجوي، فإن الميثان يحترق لحظيًا.
ما الدور الذي قام به البلاتين في هذا التفاعل؟

(أ) خفض طاقة تنشيط التفاعل.
(ب) زيادة قيمة ΔH للتفاعل.
(ج) تحرير الطاقة المختزنة في المتفاعلات.
(د) خفض معدل التفاعل الكيميائي.

فكرة الحل :
∵ وضع قطعة من البلاتين في وعاء التفاعل يزيد من معدل التفاعل الحادث.
∴ قطعة البلاتين تقوم بدور العامل الحفاز الذي يقلل من طاقة تنشيط التفاعل الكيميائي.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

١٠ يتفاعل حمض الأسيتيك مع كربونات الكالسيوم ببطء، وعند رفع درجة الحرارة يزداد معدل التفاعل.
ما التفسير العلمي لهذه الملاحظة؟

الاختيارات	انخفاض طاقة تنشيط التفاعل	ازدياد معدل التصادمات بين الجزيئات المتفاعلة	انخفاض عدد التصادمات الفعالة للجزيئات المتفاعلة
(أ)	✓	✓	✗
(ب)	✓	✗	✗
(ج)	✗	✓	✗
(د)	✗	✓	✓

فكرة الحل :
∵ طاقة تنشيط التفاعل تنخفض بواسطة عامل حفاز، وهذا التفاعل غير محفز.
∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ب)
∵ معدل التفاعل الكيميائي يزداد بارتفاع درجة الحرارة لزيادة عدد التصادمات الفعالة بين الجزيئات المتفاعلة.
∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

١١ مخطط الطاقة المقابل : يوضح أثر إضافة المادة (X) على مسار التفاعل.
ما التغير الحادث عند إضافة المادة (X) إلى خليط التفاعل؟

الطاقة
بدون (X)
المتفاعلات
باستخدام (X)
النواتج
مسار التفاعل

(أ) تنقص قيمة ΔH للتفاعل.
(ب) تزداد قيمة ΔH للتفاعل.
(ج) تنقص سرعة التفاعل.
(د) تزداد سرعة التفاعل.

فكرة الحل :
∵ العامل الحفاز يعمل على خفض طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل.
∴ المادة (X) تمثل العامل الحفاز الذي يقوم بزيادة سرعة التفاعل الحادث.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

١٢ يتفاعل غاز أول أكسيد الكربون مع غاز أكسيد النيتريك لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز النيتروجين، تبعًا للتفاعل :

$$2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + N_{2(g)}$$

أيا مما يأتي يعبر عن نوع التفاعل السابق و مكان حدوثه؟

الاختيارات	نوع التفاعل الحادث	مكان حدوثه
(أ)	تعادل	الفرن العالي
(ب)	أكسدة واختزال	المحول الحفزي
(ج)	تعادل	المحول الحفزي
(د)	أكسدة واختزال	الفرن العالي

فكرة الحل :
∵ تفاعل التعادل هو تفاعل حمض وقلوي لتكوين ملح وماء.
∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ج)
∵ التفاعل الحادث لا يتم في الفرن العالي.
∴ تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث يتم في المحول الحفزي.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

Worked Examples

العوامل المؤثرة على اتزان التفاعلات الكيميائية الانعكاسية

أولاً تأثير تغير التركيز على اتزان التفاعلات الكيميائية الانعكاسية

(١) فى النظام المتزن المقابل: $PbCO_{3(s)} \rightleftharpoons Pb^{2+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)}$

ما تأثير إضافة محلول Na_2CO_3 على كل من تركيز أيونات الرصاص (II) وكتلة كربونات الرصاص (II)؟

- (أ) يقل $[Pb^{2+}]$ وتقل كتلة $PbCO_3$
- (ب) يقل $[Pb^{2+}]$ وتزداد كتلة $PbCO_3$
- (ج) يزداد $[Pb^{2+}]$ وتقل كتلة $PbCO_3$
- (د) يزداد $[Pb^{2+}]$ وتزداد كتلة $PbCO_3$

فكرة الحل :

∵ عند إضافة محلول Na_2CO_3 يزداد $[CO_3^{2-}]$ فى النظام وهو ما يجعله ينشط فى الاتجاه العكسى.

∴ يقل $[Pb^{2+}]$ وتزداد كتلة $PbCO_3$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

(٢) فى المعادلة المقابلة: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)}$

أيا مما يأتى يعبر عن معدل التفاعل الطردى (r) الحادث؟

- (a) $r = K\,[H_2O]^2$
- (b) $r = K\,[H_2]\,[O_2]$
- (c) $r = K\,[H_2]^2\,[O_2]$
- (d) $r = K\,\frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2\,[O_2]}$

فكرة الحل :

معدل التفاعل الطردى (r) = ثابت معدل التفاعل × التركيزات الجزيئية للمتفاعلات (كلٍ مرفوع لأس يساوى عدد مولاته فى معادلة التفاعل الموزونة).

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

(٣) فى التفاعل المتزن: $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$

أيا مما يأتى يعبر عن ثابت اتزان هذا التفاعل؟

- (a) $K_c = \frac{2[SO_2]}{3[O_2]}$
- (b) $K_c = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3}$
- (c) $K_c = \frac{4[ZnO]\,[SO_2]}{6[ZnS]\,[O_2]}$
- (d) $K_c = \frac{[ZnO]^2\,[SO_2]^2}{[ZnS]^2\,[O_2]^3}$

فكرة الحل :

∵ معادلة ثابت الاتزان لا يكتب فيها تركيز المواد الصلبة (ZnS) ، (ZnO)

∴ يستبعد الاختياران (c) ، (d)

∵ K_c يُعبر عنها بالنسبة بين حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمواد الناتجة من التفاعل إلى حاصل ضرب التركيزات الجزيئية للمواد المتفاعلة (كلٍ مرفوع لأس يساوى عدد مولاته فى معادلة التفاعل الموزونة).

∴ يستبعد الاختيار (a)

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

(٤) فى التفاعل المتزن: $N_{2(g)} + 3Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2NCl_{3(g)} \quad \Delta H = +460\ kJ$

أيا مما يأتى يعبر عن تأثير إضافة المزيد من NCl_3 إلى خليط التفاعل؟

الاختيارات	ينشط التفاعل فى الاتجاه	قيمة K_c
(أ)	الطردى	تظل ثابتة
(ب)	العكسى	تظل ثابتة
(ج)	الطردى	تزداد
(د)	العكسى	تقل

فكرة الحل :

∵ زيادة تركيز أحد النواتج (NCl_3) فى نظام متزن يجعله ينشط فى الاتجاه العكسى.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ج)

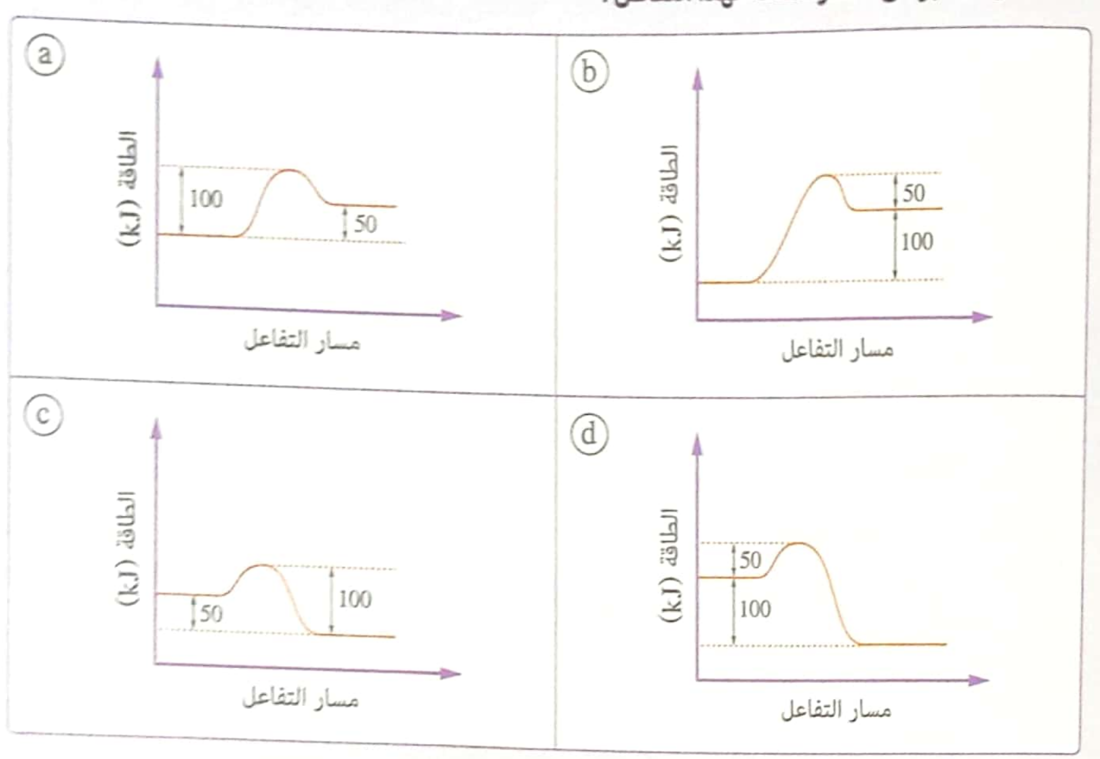
∵ قيمة K_c للتفاعل المتزن لا تتأثر بتغير تركيز المواد المتفاعلة أو المواد الناتجة عند نفس درجة الحرارة.

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٧ إذا كانت طاقة تنشيط تفاعل طردى تساوى 50 kJ وقيمة ΔH لهذا التفاعل تساوى −100 kJ

ما الشكل المعبر عن مسار الطاقة لهذا التفاعل ؟



فكرة الحل :

عندما تكون قيمة ΔH لتفاعل كيميائى بإشارة سالبة، فهذا يعنى أنه تفاعل طارد للحرارة.

∵ التفاعلات الطاردة للحرارة يكون فيها طاقة المواد الناتجة أقل من طاقة المواد المتفاعلة.

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (b)

∵ قيمة ΔH تمثل الفرق بين طاقة المواد الناتجة وطاقة المواد المتفاعلة.

∴ يستبعد الاختيار (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

ثالثًا تأثير تغير الضغط على اتزان التفاعلات الكيميائية الانعكاسية

٨ خليط غازى مكون من O_2 ، N_2 ، CO_2 وضغطه الكلى 32.9 kPa

بمعلومية الضغوط الجزئية الموضحة بالجدول المقابل :

ما قيمة الضغط الجزئى لغاز CO_2 فى هذا الخليط ؟

P_{O_2}	6.6 kPa
P_{N_2}	23 kPa

(a) 3.3 kPa
(b) 62.5 kPa
(c) 0.2167 kPa
(d) 151.8 kPa

فكرة الحل :

∵ الضغط الكلى لخليط غازى هو مجموع الضغوط الجزئية لغازاته.

∴ الضغط الكلى للخليط الغازى = $(P_{CO_2}) + (P_{N_2}) + (P_{O_2})$

الضغط الجزئى لغاز CO_2 فى هذا الخليط = $32.9 - (23 + 6.6) = 3.3\ kPa$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

٩ أيا من التفاعلات المتزنة الآتية ينشط فى الاتجاه الطردى بزيادة الضغط الخارجى ؟

(a) $H_{2(g)} + I_{2(v)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

(b) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$

(c) $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

(d) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

فكرة الحل :

∵ التفاعلات الانعكاسية التى يتساوى فيها عدد مولات غازات المتفاعلات مع عدد مولات غازات النواتج، لا يتأثر موضع اتزانها بتغير الضغط الخارجى.

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (b)

∵ عند زيادة الضغط الخارجى على نظام متزن فإنه ينشط فى اتجاه تكوين العدد الأقل من مولات الغازات.

∴ ينشط تفاعل تكوين غاز SO_3 (الاتجاه الطردى) بزيادة الضغط الخارجى.

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

١٠ فى التفاعل المتزن : $A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ $\Delta H = -90\ kJ/mol$

إذا كانت قيمة K_p عند $600\ K$ تساوى 4.62×10^{-3} فإن قيمة K_p عند $800\ K$ تساوى ....

(a) 5.3×10^{-2}

(b) 5.05×10^{-5}

(c) 4.62×10^{-3}

(d) 8.7×10^{-1}

فكرة الحل :

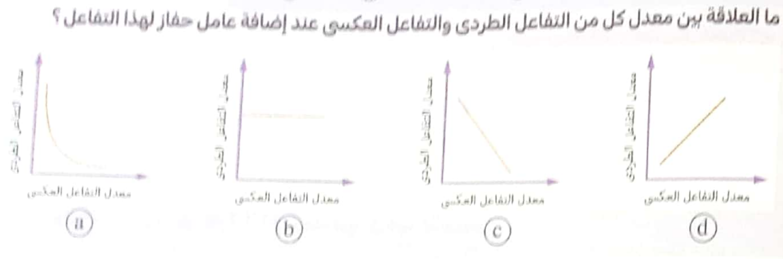
∵ عند رفع درجة حرارة تفاعل متزن طارد للحرارة $\Delta H = (-)$ ، فإن التفاعل ينشط فى الاتجاه العكسى الذى تزداد فيه الضغوط الجزئية للمتفاعلات وتقل فيه الضغوط الجزئية للنواتج وبالتالى تقل قيمة ثابت الاتزان.

∴ قيمة K_p سوف تقل عن 4.62×10^{-3}

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

١١ فى التفاعل المتزن : $X_{2(g)} + 3Y_{2(g)} \rightleftharpoons 2XY_{3(g)}$

ما العلاقة بين معدل كل من التفاعل الطردى والتفاعل العكسى عند إضافة عامل حفاز لهذا التفاعل ؟



فكرة الحل :

∵ إضافة عامل حفاز إلى تفاعل انعكاسى متزن يزيد من معدل التفاعل العكسى بنفس مقدار الزيادة فى معدل التفاعل الطردى.

∴ معدل التفاعل الطردى يتناسب طرديًا مع معدل التفاعل العكسى.

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

١٢ استخدام عامل حفاز ما فى أحد التفاعلات الانعكاسية يقلل من طاقة تنشيط التفاعل الطردى بمقدار $20\ kJ/mol$

كيف يؤثر فى طاقة تنشيط التفاعل العكسى ؟

(أ) يقلل طاقة تنشيط التفاعل العكسى بمقدار $20\ kJ/mol$

(ب) يزيد طاقة تنشيط التفاعل العكسى بمقدار $40\ kJ/mol$

(جـ) يختلف من تفاعل إلى آخر.

(د) يقلل طاقة تنشيط التفاعل العكسى بمقدار $5\ kJ/mol$

فكرة الحل :

∵ إضافة عامل حفاز إلى تفاعل انعكاسى يزيد معدل التفاعل العكسى بنفس مقدار زيادة معدل التفاعل الطردى.

∴ العامل الحفاز يقلل من قيمة طاقة تنشيط التفاعل العكسى بنفس مقدار القيمة التى تقل بها طاقة تنشيط التفاعل الطردى.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

Worked Examples

تطبيقات قانون فعل الكتلة على حالات الاتزان الأيونى

أولاً المحاليل الإلكتروليتية

1 المحلول الناتج عن ذوبان غاز HCl فى الماء موصل جيد للكهرباء.
ما التفسير العلمى لذلك؟ بسبب ....

(أ) ذوبان غاز HCl فى الماء بدون تأين.
(ب) ذوبان غاز HCl فى الماء مكونًا أيونات.
(ج) تفاعل الشوائب الموجودة فى الماء مع HCl مكونة أيونات.
(د) تفكك أيونات HCl فى الماء بصفته مركب أيونى.

فكرة الحل :

∵ غاز HCl مركب تساهمى يتأين عند ذوبانه فى الماء.

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ج) ، (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

2 الأشكال المقابلة توضح : ثلاث تجارب للمقارنة بين التوصيل الكهربى لثلاثة محاليل مختلفة تركيز كل منها 1 M
أيا مما يأتى يعبر عن هذه المحاليل؟

(1) (2) (3)

الاختيارات	التجربة (1)	التجربة (2)	التجربة (3)
أ	محلول ملح الطعام	حمض الهيدروكلوريك	حمض النيتريك
ب	حمض الكبريتيك	حمض الأسيتيك	محلول الجلوكوز
ج	حمض النيتروز	حمض الهيدروكلوريك	محلول ملح الطعام
د	حمض النيتريك	حمض البوريك	حمض الأسيتيك

فكرة الحل :

∵ إضاءة المصباح قوية فى التجربة (1).
∴ المحلول المستخدم إلكتروليت قوى.

∵ حمض النيتروز من الأحماض الضعيفة.
∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ إضاءة المصباح ضعيفة فى التجربة (2).
∴ المحلول المستخدم إلكتروليت ضعيف.

∵ حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ المصباح لا يضىء فى التجربة (3).
∴ المحلول المستخدم لاإلكتروليت.

∵ حمض الأسيتيك إلكتروليت ضعيف.
∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

قانون استفالد للتخفيف

3 حمض عضوى ثابت تأينه 1×10^{-5} ما درجة تأين الحمض عندما يكون تركيزه 0.1 M؟

(a) 10^{-2}
(b) 10^{-3}
(c) 10^{-4}
(d) 10^{-5}

فكرة الحل :

$$\because \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}} = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-5}}{0.1}} = 0.01$$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

4 من الجدول المقابل :
أيا من المحاليل الآتية يكون درجة تأين المذاب فيه هى الأكبر؟

المحلول	K_a(at 25°C)
CH_3COOH	1.8×10^{-5}
HCN	0.2×10^{-10}

(أ) محلول HCN تركيزه 0.1 M
(ب) محلول HCN تركيزه 0.01 M
(ج) محلول CH_3COOH تركيزه 0.01 M
(د) محلول CH_3COOH تركيزه 0.001 M

فكرة الحل :

∵ K_a لحمض CH_3COOH أكبر مما لحمض HCN

∴ درجة تأين CH_3COOH أكبر من درجة تأين HCN

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ درجة تأين الأحماض الضعيفة تزداد بزيادة التخفيف.

∴ درجة تأين حمض CH_3COOH الأقل تركيزًا (0.001 M) أكبر من درجة تأين نفس الحمض الأكبر تركيزًا (0.01 M).

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٥ حمض ضعيف أحادى القاعدية تركيزه 1 M ونسبة تأينه 0.01 %

ما قيمة ثابت تأين هذا الحمض K_a ؟

(a) 1×10^{-8}
(b) 1×10^{-6}
(c) 1×10^{-5}
(d) 1×10^{-4}

فكرة الحل :

$$\because \alpha = \frac{0.01}{100} = 1 \times 10^{-4}$$

$$\because \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_a}}$$

$$\therefore K_a = \alpha^2 C_a = (1 \times 10^{-4})^2 \times 1 = 1 \times 10^{-8}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

٦ ما تركيز أيونات H_3O^+ في محلول من H_2CO_3 تركيزه 0.075 M وثابت تأينه K_a يساوى 4.3×10^{-7} ؟

(a) 6.1×10^{-4} M
(b) 1.8×10^{-4} M
(c) 6×10^{-5} M
(d) 4.8×10^{-8} M

فكرة الحل :

$$\because [H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

$$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{4.3 \times 10^{-7} \times 0.075} = 1.8 \times 10^{-4}\ M$$

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

ثانيًا تأين الماء

٧ ما تركيز أيونات OH^- في 100 mL من حمض H_2SO_4 تركيزه 0.015 M ؟

(a) 5×10^{-12} M
(b) 3.3×10^{-13} M
(c) 6.7×10^{-13} M
(d) 2×10^{-9} M

فكرة الحل :

يتأين حمض الكبريتيك تبعًا للمعادلة :

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

1 M	2 M
0.015 M	? M

$$[H^+] = 2 \times 0.015 = 3 \times 10^{-2}\ M$$

$$\because K_w = [H^+][OH^-]$$

$$\therefore [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3 \times 10^{-2}} = 3.3 \times 10^{-13}\ M$$

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٨ ما قيمة pH لحمض خليك تركيزه 0.1 M وثابت تأينه 1.8×10^{-5} (at 25°C) ؟

(a) 0.1
(b) 1
(c) 1.87
(d) 2.87

فكرة الحل :

$$\because [H_3O^+] = \sqrt{K_a \times C_a}$$

$$\therefore [H_3O^+] = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1} = 1.34 \times 10^{-3}\ M$$

$$\because pH = -\log [H_3O^+]$$

$$\therefore pH = -\log 1.34 \times 10^{-3} = 2.87$$

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

⑨ محلول مائى تركيزه 0.1 M وقيمة pH له 11 ما تركيز أيونات H_3O^+ فى هذا المحلول؟

ⓐ 1×10^{-1} M
ⓑ 1×10^{-11} M
ⓒ 1×10^{-3} M
ⓓ 1×10^{-13} M

فكرة الحل :

$\because [H_3O^+] = 10^{-pH}$

$\therefore [H_3O^+] = 1 \times 10^{-11}$ M

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

⑩ أضيف حمض نيتريك إلى حمض كبريتيك، فإذا علمت أن حجم كل منهما 35 mL وكذلك تركيز كل منهما 0.001 M ما قيمة pH للخليط الناتج؟

ⓐ 1.5
ⓑ 2.5
ⓒ 2.8
ⓓ 3

فكرة الحل :

عدد مولات أيًّا من الحمضين = $0.001 \times \frac{35}{1000} = 3.5 \times 10^{-5}$ mol

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

1 mol   2 mol

3.5×10^{-5} mol   ? mol

عدد مولات H^+ = $2 \times 3.5 \times 10^{-5}$

$= 7 \times 10^{-5}$ mol

$$HNO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

1 mol   1 mol

3.5×10^{-5} mol   ? mol

عدد مولات H^+ = 3.5×10^{-5} mol

عدد مولات H^+ فى الخليط = $(3.5 \times 10^{-5}) + (7 \times 10^{-5}) = 1.05 \times 10^{-4}$ mol

حجم الخليط (L) = $\frac{2 \times 35}{1000} = 0.07$ L

$$[H^+] = \frac{1.05 \times 10^{-4}}{0.07} = 1.5 \times 10^{-3}\ M$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$= -\log 1.5 \times 10^{-3} = 2.8$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

⑪ عينتان من حمض الإيثانويك وحمض الهيدروكلوريك لهما نفس الحجم ونفس التركيز.
أيًا مما يأتى يعبر عن كل من $[H^+]$ ، pH لحمض الإيثانويك مقارنةً بحمض الهيدروكلوريك؟

الاختيارات	$[H^+]$	pH
أ	أكبر	أكبر
ب	أكبر	أقل
ج	أقل	أكبر
د	أقل	أقل

فكرة الحل :

$\because$ حمض الإيثانويك من الأحماض الضعيفة غير تامة التأين، بينما حمض الهيدروكلوريك من الأحماض القوية تامة التأين.

$\therefore$ $[H^+]$ فى حمض الإيثانويك يكون أقل مما فى حمض الهيدروكلوريك.

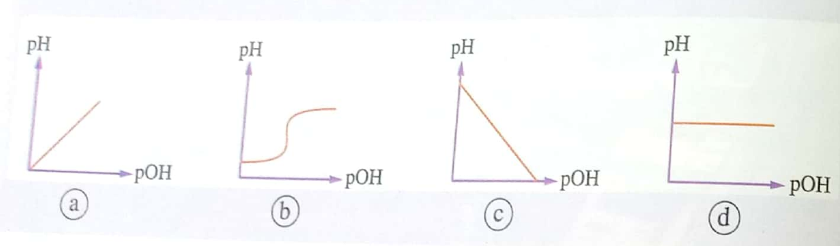
وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓐ ، ⓑ

$\because$ النقص فى $[H^+]$ يتبعه زيادة فى قيمة pH للمحلول الواحد.

$\therefore$ قيمة pH لحمض الإيثانويك أكبر مما لحمض الهيدروكلوريك.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓙ

⑫ ما الشكل البيانى الذى يعبر عن العلاقة بين pOH ، pH للمحلول المائى الواحد عند ثبات درجة الحرارة؟



فكرة الحل :

$\because$ الزيادة فى قيمة pOH للمحلول يتبعها نقص قيمة pH له بحيث يظل مجموعهما دائمًا مساويًا 14

$\therefore$ العلاقة بين pOH ، pH للمحلول الواحد علاقة عكسية.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

المعادلة المقابلة تعبر عن الاتزان الأيونى للماء : $2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

ما تأثير إضافة NaOH للماء على كل من $[H_3O^+]$ وقيمة pH للمحلول ؟

الاختيارات	$[H_3O^+]$	قيمة pH للمحلول
(أ)	يزداد	تزداد
(ب)	يزداد	تقل
(ج)	يقل	تزداد
(د)	يقل	تقل

فكرة الحل :

عند إضافة NaOH إلى الماء تتكون أيونات $Na^+_{(aq)}$ ، $OH^-_{(aq)}$

∵ إضافة المزيد من أيونات $OH^-_{(aq)}$ للنظام المتزن تجعله ينشط فى الاتجاه العكسى.

∴ يقل تركيز H_3O^+

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ نقص تركيز H_3O^+ فى المحلول يتبعه زيادة فى قيمة pH للمحلول الواحد.

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

Worked Examples

تابع تطبيقات قانون فعل الكتلة على حالات الاتزان الكيميائى

ثالثاً التحلل المائى للأملاح (التميؤ)

1 ما محلول الملح الذى يتلون باللون الأصفر عند إضافة دليل الميثيل البرتقالى إليه ؟

(أ) كلوريد الصوديوم. (ب) كلوريد الأمونيوم.

(ج) كربونات الصوديوم. (د) كربونات الأمونيوم.

فكرة الحل :

دليل الميثيل البرتقالى يتلون باللون الأصفر فى الوسط القاعدى.

∵ كل من محلولى كلوريد الصوديوم وكربونات الأمونيوم من المحاليل المتعادلة.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)

∵ محلول كلوريد الأمونيوم حامضى.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

2 ماذا يحدث لقيمة pH لمحلول النشادر عند إضافة محلول كلوريد الأمونيوم إليه ؟

(أ) تزداد. (ب) تصبح 7

(ج) تقل. (د) لا تتغير.

فكرة الحل :

• $NH_4OH_{(aq)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$

• $NH_4Cl_{(aq)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

∵ زيادة تركيز أيونات $NH^+_{4(aq)}$ تؤدى إلى إزاحة التفاعل فى الاتجاه العكسى (اتجاه تكوين NH_4OH).

∴ يقل $[OH^-]$ ويزداد $[H^+]$.

∵ زيادة $[H^+]$ فى المحلول الواحد يتبعه نقص فى قيمة pH له.

∴ تقل قيمة pH للمحلول.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٣ المحاليل الآتية متساوية التركيز:
ما التدرج التصاعدى الصحيح لقيم pH لهذه المحاليل ؟

ⓐ $NaCl < NH_4Cl < NaNO_2 < HCl$
ⓑ $HCl < NH_4Cl < NaCl < NaNO_2$
ⓒ $NaNO_2 < NH_4Cl < NaCl < HCl$
ⓓ $HCl < NaCl < NaNO_2 < NH_4Cl$

فكرة الحل :

* الجدول التالى يوضح قيم pH للمحاليل الموضحة بالاختيارات :

المركب	HCl (حمض قوى)	$NaNO_2$	NH_4Cl	NaCl
مشتق من		حمض ضعيف + قاعدة قوية	حمض قوى + قاعدة ضعيفة	حمض قوى + قاعدة قوية
pH للمحلول	تقترب من zero	أكبر من 7	أقل من 7	7

ومنه يمكن ترتيب المحاليل تبعًا لقيم pH كالآتى : $HCl < NH_4Cl < NaCl < NaNO_2$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٤ المحلول الناتج من التعادل التام بين حمض الفورميك و محلول هيدروكسيد البوتاسيوم ، تكون قيمة pOH له ....

Ⓐ تساوى zero
Ⓑ تساوى 7
Ⓒ أقل من 7
Ⓓ أكبر من 7

فكرة الحل :

∵ حمض الفورميك من الأحماض الضعيفة ومحلول هيدروكسيد البوتاسيوم من القواعد القوية.
∴ محلول الملح الناتج من تعادلهما يكون قاعديًا (قيمة pH له أكبر من 7).
∵ الزيادة فى قيمة pH للمحلول يتبعها نقص فى قيمة pOH له بحيث يظل مجموعهما مساويًا 14 فى الظروف القياسية.
∴ قيمة pOH للمحلول تكون أقل من 7

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓒ

٥ الشكل المقابل : يمثل منحنى pH لعملية معايرة حمض الخليك بوفرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم . أيًا مما يأتى يعبر عن المواد الموجودة فى حيز التفاعل عند نقطة التعادل ؟

pH
14
12
10
8
6
4
2
0
نقطة التعادل
10 20 30 40 50 60 70 80
حجم NaOH المضاف (mL)

Ⓐ جزيئات كل من $CH_3COOH_{(aq)}$ ، $NaOH_{(aq)}$ ، $H_2O_{(l)}$
Ⓑ جزيئات $CH_3COOH_{(aq)}$ وأيونات كل من $CH_3COO^-_{(aq)}$ ، $Na^+_{(aq)}$
Ⓒ جزيئات $NaOH_{(aq)}$ وأيونات كل من $CH_3COO^-_{(aq)}$ ، $H^+_{(aq)}$
Ⓓ أيونات كل من $CH_3COO^-_{(aq)}$ ، $Na^+_{(aq)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$

فكرة الحل :

∵ معايرة حمض الخليك (حمض ضعيف) تتم بوفرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم (قاعدة قوية).
∴ عند نقطة التعادل تكون كل جزيئات حمض الخليك قد استهلكت.
وعليه يتم استبعاد الاختيارين Ⓐ ، Ⓑ

المعادلة الآتية تعبر عن التفاعل عند نقطة التعادل :

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓓ

٦ إذابة ملح كبريتات الأمونيوم فى الماء المقطر - فى درجة حرارة الغرفة - يؤدى إلى ....

Ⓐ زيادة كل من $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$.
Ⓑ زيادة $[H_3O^+]$ وخفض $[OH^-]$.
Ⓒ خفض كل من $[H_3O^+]$ ، $[OH^-]$.
Ⓓ خفض $[H_3O^+]$ وزيادة $[OH^-]$.

فكرة الحل :

∵ ملح كبريتات الأمونيوم مشتق من حمض قوى (حمض الكبريتيك) وقاعدة ضعيفة (محلول هيدروكسيد الأمونيوم)
∴ إضافة ملح كبريتات الأمونيوم إلى الماء المقطر المتعادل يحوله إلى محلول حامضى.
∵ تركيز أيونات H_3O^+ يساوى تركيز أيونات OH^- فى الماء المقطر.
∴ إضافة ملح كبريتات الأمونيوم إلى الماء المقطر سوف يزيد من $[H_3O^+]$ فى المحلول وبالتالى سوف يقل $[OH^-]$ فيه.

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓑ

٧ المحلول المائى من حمض الكربونيك يحتوى فقط على ....

(أ) H_2CO_3

(ب) H_2CO_3 ، H^+ ، HCO_3^-

(ج) H_2CO_3 ، H^+ ، CO_3^{2-}

(د) H_2CO_3 ، H^+ ، HCO_3^- ، CO_3^{2-}

فكرة الحل :

∵ حمض الكربونيك H_2CO_3 من الأحماض الضعيفة غير تامة التأين.

∴ يتأين جزء محدود من الحمض وتظل باقى الجزيئات فى صورة غير متأينة.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

∵ جزء صغير من جزيئات H_2CO_3 يتأين إلى أيونات HCO_3^- و CO_3^{2-} بالإضافة إلى أيونات H^+

∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (ج)

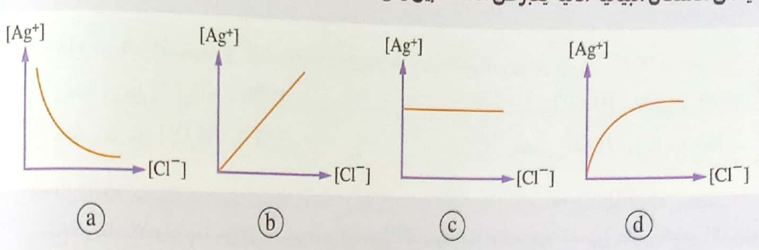
الحل : الاختيار الصحيح : (د)

رابعًا حاصل الإذابة

٨ المعادلة الآتية تعبر عن عملية التفكك غير التام لملح كلوريد الفضة :

$$AgCl_{(s)} \rightleftharpoons Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

أيًا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن العلاقة بين $[Ag^+]$ ، $[Cl^-]$ عند درجة حرارة ثابتة ؟



فكرة الحل :

∵ المحلول المشبع من AgCl يحتوى على تركيزات متساوية من كل من $Ag^+_{(aq)}$ ، $Cl^-_{(aq)}$

∴ زيادة تركيز أحدهما يؤدى إلى زيادة تركيز الأيون الآخر (علاقة طردية).

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٩ أيًا مما يأتى يعبر عن حاصل إذابة ملح فوسفات الخارصين ؟

(a) $K_{sp} = [Zn^{2+}]\,[PO_4^{3-}]$

(b) $K_{sp} = [Zn^{2+}]^3\,[PO_4^{3-}]^2$

(c) $K_{sp} = [Zn^{2+}]\,[2PO_4^{3-}]$

(d) $K_{sp} = [3Zn^{2+}]^3\,[2PO_4^{3-}]^2$

فكرة الحل :

يُعبر عن الاتزان الحادث فى المحلول المشبع من ملح فوسفات الخارصين، بالمعادلة التالية :

$$Zn_3(PO_4)_{2(s)} \rightleftharpoons 3Zn^{2+}_{(aq)} + 2PO^{3-}_{4(aq)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

١٠ إذا كانت درجة ذوبان ملح يودات النحاس (II) $Cu(IO_3)_2$ هى 3.3×10^{-3} M عند درجة حرارة معينة.

فما قيمة K_{sp} له ؟

(a) 1.4×10^{-7}

(b) 1.1×10^{-5}

(c) 3.3×10^{-3}

(d) 5.1×10^{-1}

فكرة الحل :

∵ درجة ذوبان الملح شحيح الذوبان هى تركيز المحلول المشبع منه عند درجة حرارة معينة.

∴ تركيز المحلول المشبع من $Cu(IO_3)_2$ يساوى 3.3×10^{-3} M

$$Cu(IO_3)_{2(s)} \rightleftharpoons Cu^{2+}_{(aq)} + 2IO^-_{3(aq)}$$

$$X\,M \qquad 2X\,M$$

$$K_{sp} = [Cu^{2+}]\,[IO_3^-]^2$$

$$= (X)\,(2X)^2$$

$$= 3.3 \times 10^{-3} \times (2 \times 3.3 \times 10^{-3})^2$$

$$= 1.4 \times 10^{-7}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

١١ ما قيمة K_{sp} لملح MnS إذا علمت أن اللتر الواحد من المحلول المشبع منه يحتوى على 2.3×10^{-6} g؟ $[Mn = 54.94 , S = 32]$

ⓐ 4.9×10^{-31} ⓑ 2.3×10^{-6} ⓒ 6.76×10^{-16} ⓓ 5.3×10^{-12}

فكرة الحل :

الكتلة المولية من MnS = $32 + 54.94 = 86.94$ g/mol

عدد مولات MnS = $\frac{2.3 \times 10^{-6}}{86.94} = 2.6 \times 10^{-8}$ mol

∵ حجم المحلول 1 L

∴ تركيز المحلول المشبع من MnS = 2.6×10^{-8} M

$$MnS_{(s)} \rightleftharpoons Mn^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$$

$$K_{sp} = [Mn^{2+}][S^{2-}]$$

$$= (2.6 \times 10^{-8}) \times (2.6 \times 10^{-8}) = 6.76 \times 10^{-16}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٢ إذا كان حاصل إذابة A_2X_3 يساوى 1.08×10^{-23} فإن درجة ذوبانه تساوى ....

ⓐ 1×10^{-3} M ⓑ 1×10^{-4} M ⓒ 1×10^{-5} M ⓓ 1×10^{-6} M

فكرة الحل :

$$A_2X_{3(s)} \rightleftharpoons 2A^{3+}_{(aq)} + 3X^{2-}_{(aq)}$$

$$(2X)\ M \qquad (3X)\ M$$

$$K_{sp} = (2X)^2 (3X)^3 = 1.08 \times 10^{-23}$$

$$(4X^2)(27X^3) = 108X^5 = 1.08 \times 10^{-23}$$

$$\therefore X = \sqrt[5]{\frac{1.08 \times 10^{-23}}{108}} = 1 \times 10^{-5}\ M$$

* خطوات الحل باستخدام الآلة الحاسبة :

X = shift ⟶ $x^{■}$ ⟶ $\sqrt[5]{\quad}$ ⟶ =

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

الباب 4

الكيمياء الكهربية

من بداية الباب
إلى ما قبل الخلايا الجلفانية و إنتاج الطاقة الكهربية

Worked Examples

علم الكيمياء الكهربية

١ أيا من المعادلات الآتية تعبر عن عملية اختزال ؟

(a) $Fe^{2+} + e^- \longrightarrow Fe^{3+}$

(b) $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$

(c) $Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$

(d) $Fe^{3+} \longrightarrow Fe^{6+} + 3e^-$

فكرة الحل :

الاختزال هو عملية اكتساب إلكترونات ينتج عنها نقص فى الشحنة الموجبة.

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

الخلايا الكهربية

أولاً الخلايا الجلفانية

٢ يعبر عن التفاعل الحادث فى خلية جلفانية بالمعادلة الأيونية :

$$Co^{2+}_{(aq)} + Fe_{(s)} \longrightarrow Co_{(s)} + Fe^{2+}_{(aq)}$$

أيا مما يأتى يعبر عن التفاعل الحادث ؟

(أ) تتأكسد أيونات الكوبلت.

(ب) تختزل أيونات الكوبلت نتيجة فقد الإلكترونات.

(ج) تتأكسد ذرات الحديد.

(د) تختزل ذرات الحديد باكتساب الإلكترونات.

فكرة الحل :

∵ الأكسدة هى عملية فقد إلكترونات ينتج عنها زيادة فى الشحنة الموجبة.

∴ ذرات الحديد Fe تحدث لها عملية أكسدة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٣ أيا مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لخلية دانيال ؟

(أ) تنتقل فيها الإلكترونات من قطب النحاس إلى قطب الخارصين.

(ب) تنتقل فيها الأنيونات من قطب الخارصين إلى قطب النحاس.

(ج) تنتقل فيها الكاتيونات نحو قطب النحاس الذى يعمل ككاثود.

(د) تنتقل فيها الإلكترونات من قطب الخارصين الذى يعمل ككاثود.

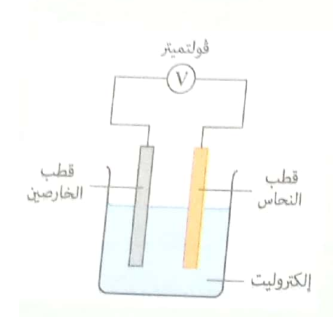
فكرة الحل :

* فى خلية دانيال :

- يعمل قطب الخارصين كآنود، تحدث له عملية أكسدة، فتنتقل الإلكترونات منه إلى قطب النحاس.
وعليه يتم استبعاد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (د)
- تنتقل كاتيونات النحاس نحو قطب النحاس لتختزل إلى ذرات نحاس تترسب على القطب الذى يعمل ككاثود.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٤ الشكل المقابل : يعبر عن خلية بسيطة.
أيا مما يأتى يعبر عن العملية التى تحدث فى هذه الخلية ؟



(أ) تتكون أيونات Cu^{2+} فى الإلكتروليت.

(ب) تنتقل الإلكترونات فى الإلكتروليت.

(ج) تتأكسد ذرات قطب الخارصين.

(د) تزداد كتلة قطب الخارصين.

فكرة الحل :

∵ جهد أكسدة الخارصين Zn > جهد أكسدة النحاس Cu

∴ الخارصين يعمل كآنود تحدث له عملية أكسدة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)



٥ الشكل المقابل : يمثل تركيب أحد قطبى خلية جلفانية.

أيًا مما يأتى يعبر تعبيرًا صحيحًا عن هذا القطب ؟

(أ) قطب سالب وتحدث له عملية أكسدة.

(ب) قطب موجب وتحدث له عملية أكسدة.

(جـ) قطب سالب وتحدث له عملية اختزال.

(د) قطب موجب وتحدث له عملية اختزال.

فكرة الحل :

* فى الخلية الجلفانية يتآكل الأنود (القطب السالب) نتيجة لأكسدة ذراته.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٦ **خلية جلفانية يُعبر عنها بالرمز الاصطلاحى المقابل :** $Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Cr^{3+}_{(aq)} / Cr_{(s)}$

أيًا مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لهذه الخلية ؟

(أ) الإلكترونات تسرى من الخارصين إلى الكروم.

(ب) الإلكترونات تسرى من الكاثود إلى الأنود.

(جـ) الكروم يحدث له عملية أكسدة.

(د) الخارصين يحدث له عملية اختزال.

فكرة الحل :

* يتضح من الرمز الاصطلاحى للخلية أن :
  - الأنود هو الخارصين الذى يحدث له عملية الأكسدة.
  - الكاثود هو الكروم الذى تحدث عنده عملية الاختزال.

أى أن الإلكترونات تنتقل فى السلك الخارجى من Zn إلى Cr

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٧ **يستخدم KCl كمحلول إلكتروليتى فى القنطرة الملحية المستخدمة فى الخلية الجلفانية، المعبر عنها بالرمز الاصطلاحى ....**

(a) $Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} // Ag^{+}_{(aq)} / Ag_{(s)}$

(b) $Pb_{(s)} / Pb^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

(c) $Cu_{(s)} / Cu^{2+}_{(aq)} // Au^{3+}_{(aq)} / Au_{(s)}$

(d) $Fe_{(s)} / Fe^{2+}_{(aq)} // Pb^{2+}_{(aq)} / Pb_{(s)}$

فكرة الحل :

المحلول الإلكتروليتى الموجود بالقنطرة الملحية لا تتفاعل أيوناته مع أيًا من أيونات محلولى نصفى الخلية الجلفانية أو مع قطبيها.

∵ أيونات Cl^- تتفاعل مع كل من أيونات Ag^+ ، Pb^{2+} مكونة رواسب

∴ نستبعد الاختيارات (a) ، (b) ، (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

٨ **خلية جلفانية يُعبر عنها بالرمز الاصطلاحى المقابل :** $H_{2(g)} / H^{+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

أيًا مما يأتى يعبر عن هذه الخلية ؟

(أ) H_2 يعمل ككاثود ، Cu يعمل كأنود.

(ب) تحدث عملية أكسدة عند قطب النحاس.

(جـ) تحدث عملية اختزال عند قطب الهيدروجين.

(د) H_2 يعمل كأنود ، Cu يعمل ككاثود.

فكرة الحل :

* يتضح من تحليل الرمز الاصطلاحى أن :
  - غاز H_2 يتأكسد إلى أيونات H^+ (أى أن قطب الهيدروجين يعمل كأنود).
  - أيونات Cu^{2+} تُختزل إلى ذرات Cu (أى أن قطب النحاس يعمل ككاثود).

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٩ **خلية جلفانية يُعبر عنها بالرمز الاصطلاحى المقابل :** $Cr_{(s)} / Cr^{3+}_{(aq)} // Cl_{2(g)} / Cl^{-}_{(aq)} , Pt$

ما المعادلة الأيونية المعبرة عن تفاعل الأكسدة والاختزال الحادث فى هذه الخلية ؟

(a) $Cr_{(s)} + 2Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + Cr^{3+}_{(aq)}$

(b) $2Cr^{3+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2Cr_{(s)} + 3Cl_{2(g)}$

(c) $Cr_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)}$

(d) $2Cr_{(s)} + 3Cl_{2(g)} \longrightarrow 2Cr^{3+}_{(aq)} + 6Cl^{-}_{(aq)}$

فكرة الحل :

فى تفاعلات الأكسدة والاختزال لابد وأن تكون عدد الإلكترونات المفقودة فى عملية الأكسدة مساوية لعدد الإلكترونات المكتسبة فى عملية الاختزال.

∵ المعادلة الموضحة بالاختيار (a) يحدث فيها عمليتى أكسدة وليس عمليتى أكسدة واختزال.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ الرمز الاصطلاحى للخلية الجلفانية يوضح أن عملية الأكسدة تحدث لذرات الكروم Cr ، فى حين أن المعادلة الموضحة بالاختيار (b) توضح أن الأكسدة تحدث لأيونات Cl^-

∴ يستبعد الاختيار (b)

∵ عدد الإلكترونات المفقودة فى عملية أكسدة Cr إلى Cr^{3+} $(3e^-)$ لا تساوى عدد الإلكترونات المكتسبة فى عملية اختزال $3Cl_2$ إلى $6Cl^-$ $(6e^-)$.

∴ يستبعد الاختيار (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

حساب القوة الدافعة الكهربية emf للخلايا الجلفانية

١٠ خلية كهربية يُعبر عنها بالرمز الاصطلاحى المقابل : $Ni_{(s)} / Ni^{2+}_{(aq)} // Au^{3+}_{(aq)} / Au_{(s)}$

- $Ni_{(s)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\qquad E^\circ = +0.25\ V$
- $Au_{(s)} \longrightarrow Au^{3+}_{(aq)} + 3e^-$ $\qquad E^\circ = -1.5\ V$

ما قيمة emf لهذه الخلية ؟

(a) +1.25 V (b) −1.175 V (c) +1.75 V (d) −1.25 V

فكرة الحل :

$$emf = E^\circ_{oxid}(Ni) - E^\circ_{oxid}(Au)$$

$$= 0.25 - (-1.5) = +1.75\ V$$

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

١١ خلية كهروكيميائية الرمز الاصطلاحى لها : $Mg_{(s)} / Mg^{2+}_{(aq)} // Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$

وجهدى اختزال قطبيها، هما :

- $Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(s)}$ $\qquad E^\circ = -2.38\ V$
- $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$ $\qquad E^\circ = +0.34\ V$

أيًا مما يأتى يعبر عن التفاعل الحادث فى الخلية والقوة الدافعة الكهربية لها ؟

(أ) تلقائى / +2.72 V
(ب) تلقائى / +2.04 V
(ج) غير تلقائى / −2.72 V
(د) غير تلقائى / −2.04 V

فكرة الحل :

المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل الحادث :

$$Mg_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

(Oxidation: $Mg \to Mg^{2+}$; Reduction: $Cu^{2+} \to Cu$)

$$emf = E^\circ_{red}(Cu^{2+}) - E^\circ_{red}(Mg^{2+})$$

$$= 0.34 - (-2.38) = +2.72\ V$$

∵ قيمة emf = 2.72 V وبإشارة موجبة.

∴ التفاعل الحادث تلقائى.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

١٢ الشكل المقابل : يوضح عملية غمس فلزين مختلفين فى محلول $CuSO_{4(aq)}$

مـا زوج الفـلـزات (X) ، (Y) الـذى يعطـى أكبر قـراءة فى جهاز الفولتميتر ؟

(أ) النحاس و الماغنسيوم.
(ب) الماغنسيوم و البلاتين.
(ج) الماغنسيوم و الخارصين.
(د) الفضة و البلاتين.

فكرة الحل :

يستخدم الفولتميتر فى قياس قيمة emf للخلايا الجلفانية وتكون قراءته أكبر ما يمكن عندما يكون الفرق بين جهدى الأكسدة (أو جهدى الاختزال) للقطبين المستخدمين أكبر ما يمكن.

∵ العناصر الموضحة بالاختيارات تُرتب تنازليًا تبعًا لجهود الأكسدة كالتالى :

الماغنسيوم > الخارصين > النحاس > الفضة > البلاتين.

∴ جهد أكسدة الماغنسيوم Mg هو الأكبر وجهد أكسدة البلاتين Pt هو الأصغر، بالنسبة للعناصر الموضحة بالاختيارات.

وبالتالى يكون الفرق فى الجهد بين قطبى الماغنسيوم والبلاتين هو الأكبر.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

سلسلة الجهود الكهربية لأنصاف الخلايا

١٣ الجدول المقابل : يوضح مدى إمكانية تفاعل أربعة فلزات R ، S ، T ، U مع محاليلها ما الترتيب الصحيح لهذه الفلزات في سلسلة الجهود الكهربية مبتدءة بالفلز الأنشط ؟

الفلز	+ محلول نترات الفلز	النتيجة
(R)	(S)	يحدث تفاعل
(R)	(T)	يحدث تفاعل
(S)	(U)	لا يحدث تفاعل
(T)	(U)	يحدث تفاعل
(U)	(R)	لا يحدث تفاعل

ⓐ R ⟶ S ⟶ U ⟶ T
ⓑ R ⟶ T ⟶ U ⟶ S
ⓒ S ⟶ U ⟶ T ⟶ R
ⓓ U ⟶ R ⟶ T ⟶ S

فكرة الحل :

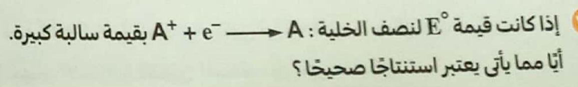
من تحليل النتائج الموضحة بالجدول يتضح أن :

- الفلز (R) أنشط من الفلز (S).
- الفلز (T) أنشط من الفلز (U).
- الفلز (R) أنشط من الفلز (U).
- الفلز (R) أنشط من الفلز (T).
- الفلز (U) أنشط من الفلز (S).

∵ أنشط هذه الفلزات هو الفلز (R).
∴ يستبعد الاختيارين ⓒ ، ⓓ

∵ أقل هذه الفلزات نشاطًا هو الفلز (S).
∴ يستبعد الاختيار ⓐ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ



١٤ إذا كانت قيمة E° لنصف الخلية : $A \longrightarrow A^+ + e^-$ بقيمة سالبة كبيرة.
أيا مما يأتي يعتبر استنتاجًا صحيحًا ؟

Ⓐ A يسهل اختزاله. Ⓑ A يسهل أكسدته.
Ⓒ A^+ يسهل اختزاله. Ⓓ A^+ يسهل أكسدته.

فكرة الحل :

∵ جهد اختزال (A^+) بقيمة سالبة كبيرة.
∴ جهد أكسدة (A) بقيمة موجبة كبيرة وبالتالي يسهل أكسدته.

$$A \longrightarrow A^+ + e^-$$

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓑ

١٥ بمعلومية جهود الاختزال الموضحة بالجدول المقابل :
أيا من العبارات الآتية تعتبر صحيحة ؟

Ag^+ / Ag^0	$E^\circ = +0.8\ V$
Mg^{2+} / Mg^0	$E^\circ = -2.37\ V$
Cu^{2+} / Cu^0	$E^\circ = +0.34\ V$
Hg^{2+} / Hg^0	$E^\circ = +0.85\ V$
Zn^{2+} / Zn^0	$E^\circ = -0.76\ V$

Ⓐ $AgNO_3$ يمكن حفظه في أواني من النحاس.
Ⓑ $Mg(NO_3)_2$ يمكن حفظه في أواني من النحاس.
Ⓒ $Cu(NO_3)_2$ يمكن حفظه في أواني من الخارصين.
Ⓓ $HgCl_2$ يمكن حفظه في أواني من النحاس.

فكرة الحل :

مادة صنع أواني الحفظ لابد وأن تكون غير قابلة للتفاعل مع المحاليل المحفوظة بها.

∵ جهد اختزال Ag^+ (+0.8 V) > جهد اختزال Cu^{2+} (+0.34 V).
∴ النحاس يمكن أن يختزل أيونات Ag^+ في محلول $AgNO_3$
وعليه يتم استبعاد الاختيار Ⓐ

∵ جهد اختزال Cu^{2+} (+0.34 V) > جهد اختزال Mg^{2+} (−2.37 V).
∴ النحاس لا يمكن أن يختزل أيونات Mg^{2+} في محلول $Mg(NO_3)_2$ (أي لا يحدث تفاعل بينهما).

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓑ

١٦ ماذا يحدث عند إضافة قطرات من I_2 إلى محلول مائي يحتوي على أيونات Fe^{2+} ، Fe^{3+} ، I^- ؟

نصف الخلية	E°
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	+0.77 V
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	+0.536 V

Ⓐ يُختزل I_2 إلى I^-
Ⓑ لا يحدث تفاعل أكسدة واختزال.
Ⓒ I^- يتأكسد إلى I_2
Ⓓ Fe^{2+} يتأكسد إلى Fe^{3+}

فكرة الحل :

∵ جهد اختزال Fe^{3+} إلى Fe^{2+} أكبر من جهد اختزال I_2 إلى $2I^-$
∴ يعبر عن التفاعل التلقائي الحادث بالمعادلة الآتية :

$$2I^- + 2Fe^{3+} \longrightarrow I_2 + 2Fe^{2+}$$

ومنه يتضح :

- حدوث عملية اختزال لأيونات Fe^{3+}
- حدوث عملية أكسدة لأيونات I^-

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓒ

Worked Examples

الخلايا الجلفانية و إنتاج الطاقة الكهربية

أولاً الخلايا الأولية

1 أيا من المعادلات الآتية تعبر عن تفاعل الأنود فى خلية الزئبق ؟

(a) $HgO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow Hg_{(l)} + 2OH^-_{(aq)}$

(b) $Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$

(c) $Zn_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow ZnO_{(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^-$

(d) $Zn_{(s)} + HgO_{(s)} \longrightarrow ZnO_{(s)} + Hg_{(l)}$

فكرة الحل :

∵ التفاعلات الحادثة عند الأنود تكون تفاعلات الأكسدة فقط.

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (b)

∵ المعادلة الموضحة بالاختيار (d) تعبر عن التفاعل الكلى الحادث فى خلية الزئبق (وليس تفاعل الأنود فقط).

∴ يستبعد الاختيار (d)

∵ الإلكتروليت المستخدم فى خلية الزئبق (KOH) يحتوى على أيونات OH^- بالإضافة إلى أن الأنود المصنوع من Zn يتأكسد إلى ZnO

∴ المعادلة الموضحة بالاختيار (c) تعبر عن تفاعل الأنود الحادث فى خلية الزئبق.

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

2 خلية وقود تستهلك 1500 L من غاز الهيدروجين (at STP).
ما حجم و اسم الغاز الآخر اللازم لاستهلاك كل الهيدروجين فى نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة ؟

(أ) 1500 L من غاز الأكسجين.

(ب) 1500 L من غاز الكلور.

(ج) 750 L من غاز الأكسجين.

(د) 750 L من غاز الكلور.

فكرة الحل :

∵ التفاعل الحادث فى خلية الوقود يُعبر عنه بالمعادلة الكيميائية الآتية :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(v)} + \text{Energy}$$

∴ الغاز الآخر المستخدم كوقود هو غاز الأكسجين.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (ب) ، (د)

$$2H_{2(g)} \xrightarrow{\text{يتفاعل مع}} O_{2(g)}$$

2×22.4 L ⟵ 22.4 L

1500 L ⟵ ? L

∴ حجم غاز الأكسجين $= \frac{22.4 \times 1500}{2 \times 22.4} = 750$ L

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

3 تتشابه خلية الوقود مع خلية الزئبق فى ....

(أ) اختزان الطاقة الكيميائية والتى يتم تحويلها إلى طاقة كهربية عند اللزوم.

(ب) عدم استهلاكهما لإمدادهما بالوقود من مصدر خارجى.

(ج) القوة الدافعة الكهربية لكل منهما.

(د) الإلكتروليت المستخدم فى كل منهما.

فكرة الحل :

∵ خلية الوقود لا تختزن الطاقة التى تنتجها على عكس خلية الزئبق.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ خلية الوقود لا تستهلك مكوناتها، لأنها تزود بالوقود من مصدر خارجى على عكس خلية الزئبق.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ القوة الدافعة الكهربية لخلية الوقود (1.23 V) لا تساوى القوة الدافعة الكهربية لخلية الزئبق (1.35 V).

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ الإلكتروليت المستخدم فى كل من خلية الوقود وخلية الزئبق هو محلول KOH

∴ الخليتان يستخدم فيهما نفس الإلكتروليت.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

ثانيًا الخلايا الثانوية

٤ ماذا يحدث عند التفريغ التام لبطارية الرصاص الحامضية ؟

أ) يذوب كل رصاص الكاثود.

ب) يُعاد إنتاج حمض H_2SO_4

ج) يصبح فرق الجهد بين القطبين zero

د) يترسب Pb على سطح قطب الرصاص.

فكرة الحل :

* عند التفريغ التام لبطارية الرصاص الحامضية :

• تتحول مادة الأنود (الرصاص) إلى كبريتات الرصاص (II).

$$Pb^0_{(s)} + SO^{2-}_{4(aq)} \xrightarrow{Oxidation} PbSO_{4(s)} + 2e^-$$

• تتحول مادة الكاثود (أكسيد الرصاص (IV)) إلى كبريتات الرصاص (II).

$$PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)} + 2e^- \xrightarrow{Reduction} PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

∵ قطبى بطارية الرصاص فى هذه الحالة سوف يكونا من مادة واحدة هى $PbSO_4$

∴ فرق الجهد بينهما يساوى zero

الحل : الاختيار الصحيح : ج

٥ ما كتلة H_2SO_4 فى $250\ cm^3$ من إلكتروليت بطارية الرصاص الحامضية كاملة الشحن ؟

a) 250 g

b) 300 g

c) 325 g

d) 340 g

فكرة الحل :

الكثافة = كتلة المذاب / الحجم

والجدول الآتى يوضح كثافة الحمض المحتملة بالنسبة للكتل الموضحة بالاختيارات :

a	b	c	d
$\frac{250}{250} = 1\ g/cm^3$	$\frac{300}{250} = 1.2\ g/cm^3$	$\frac{325}{250} = 1.3\ g/cm^3$	$\frac{340}{250} = 1.36\ g/cm^3$

∵ البطارية تكون كاملة الشحن عندما تتراوح كثافة الحمض فيها $(1.28 : 1.30\ g/cm^3)$.

∴ البطارية تكون كاملة الشحن عندما يحتوى $250\ cm^3$ من الإلكتروليت على 325 g من H_2SO_4

الحل : الاختيار الصحيح : c

٦ عند مقارنة بطارية أيون الليثيوم ببطارية الرصاص الحامضية، تكون ....

أ) بطارية الرصاص الأصغر قوة دافعة كهربية.

ب) بطارية الرصاص الأكثر قدرة على تخزين الطاقة.

ج) بطارية أيون الليثيوم الأكثر استخدامًا.

د) بطارية أيون الليثيوم الأكبر حجمًا.

فكرة الحل :

∵ emf لبطارية الرصاص (12 V) أكبر من emf لبطارية أيون الليثيوم (3 V).

∴ يستبعد الاختيار أ

∵ بطارية أيون الليثيوم تتميز بقدرتها على تخزين كميات كبيرة من الطاقة مقارنةً بحجمها وحجم بطارية الرصاص.

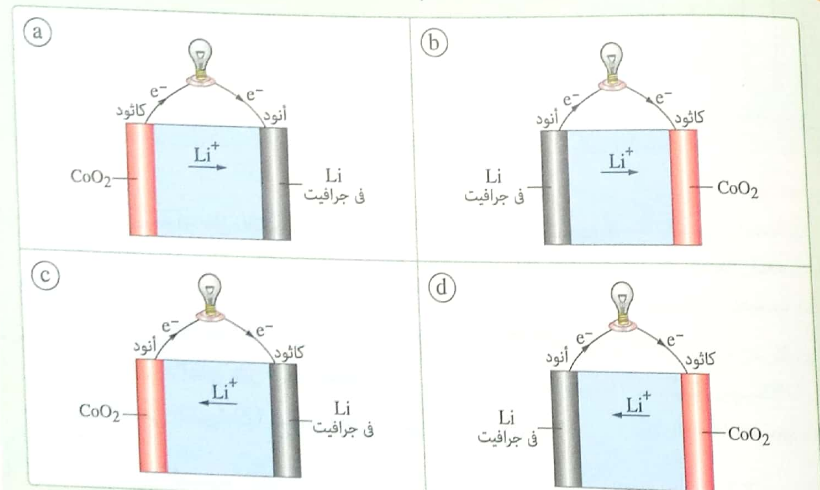
∴ يستبعد الاختيار ب

∵ بطارية أيون الليثيوم تستخدم فى أجهزة التليفون المحمول والكمبيوتر المحمول وكذلك السيارات الكهربية، بينما بطارية الرصاص تستخدم فى السيارات فقط.

∴ بطارية أيون الليثيوم أكثر استخدامًا من بطارية الرصاص.

الحل : الاختيار الصحيح : ج

٧ أيًا من الأشكال الآتية : يعبر عن بطارية أيون الليثيوم أثناء عملية التفريغ ؟



٩ المعادلات الآتية تعبر عن إحدى طرق التعبير عن ميكانيكية تآكل الحديد -بدون ترتيب- عدا ....

ⓐ $O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$

ⓑ $Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

ⓒ $Fe_2O_3.H_2O_{(s)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Fe^{3+}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$

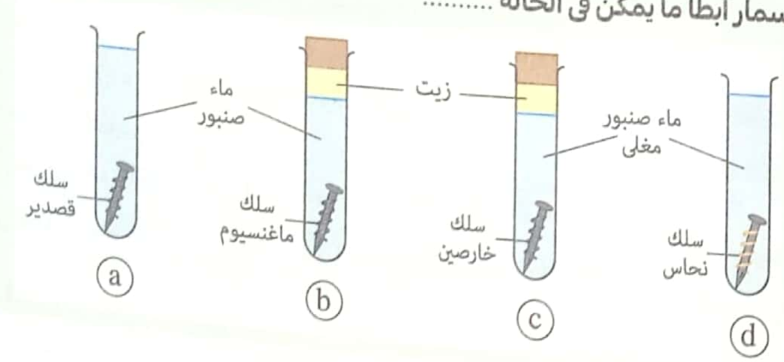
ⓓ $4Fe^{2+}_{(aq)} + O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} \longrightarrow 4Fe^{3+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

فكرة الحل :

* **أثناء عملية تآكل الحديد :**
- يُختزل أكسجين الهواء الجوى إلى أيونات OH^- عند الكاثود.
  وعليه يتم استبعاد الاختيار ⓐ
- يتأكسد الحديد (الأنود) مكونًا أيونات Fe^{2+}
  وعليه يتم استبعاد الاختيار ⓑ
- تتأكسد أيونات Fe^{2+} بفعل الأكسجين الذائب فى الماء مكونة أيونات Fe^{3+}
  وعليه يتم استبعاد الاختيار ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٠ معدل صدأ المسمار أبطأ ما يمكن فى الحالة ....



فكرة الحل :

∵ اتصال المسمار المصنوع من الحديد مع أيًا من القصدير أو النحاس بدون تغطية كاملة سوف يزيد من معدل الصدأ، لأن المسمار سوف يقوم بدور الأنود.

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓓ

∵ كل من الماغنسيوم والخارصين أنشط من الحديد، إلا أن ماء الصنبور فى الحالة ⓑ يحتوى على نسبة من الأكسجين الذائب فى الماء وهو ما سوف يؤدى إلى حدوث الصدأ (بعد تآكل الماغنسيوم بالكامل).

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٣ مستودعان متماثلان من الصلب (X) ، (Y) موضوعين فى تربة رطبة، تم توصيل قطعة من الماغنسيوم بالمستودع (X) وقطعة من النحاس بالمستودع (Y) ، كما بالشكلين المقابلين :

أيًا مما يأتى يعبر عن تفاعل الأكسدة الحادث فى كل من الشكلين (1) ، (2) ؟

Mg — المستودع (X) — تربة رطبة

شكل (1)

Cu — المستودع (Y) — تربة رطبة

شكل (2)

الاختيارات	شكل (1)	شكل (2)
ⓐ	$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
ⓑ	$Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$	$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
ⓒ	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
ⓓ	$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

فكرة الحل :

* **فى الشكل (1) :** يتصل المستودع الصلب بقطعة من الماغنسيوم.

∵ الماغنسيوم أنشط من الحديد.

∴ سوف تحدث عملية أكسدة للماغنسيوم.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ⓒ ، ⓓ

* **فى الشكل (2) :** يتصل المستودع الصلب بقطعة من النحاس.

∵ الحديد أنشط من النحاس.

∴ سوف تحدث عملية أكسدة للحديد.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

Worked Examples

تابع الخلايا الكهربية

ثانيًا الخلايا الإلكتروليتية

1 أيًا من العمليات الآتية تحدث عند كاثود خلية التحليل الكهربى لمصهور بروميد الرصاص (II) ؟

ⓐ $Pb_{(s)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

ⓑ $Br_{2(l)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)}$

ⓒ $2Br^-_{(aq)} \longrightarrow Br_{2(l)} + 2e^-$

ⓓ $Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Pb_{(s)}$

فكرة الحل :

الكاثود هو القطب السالب فى الخلايا التحليلية وتحدث عنده أو له عملية اختزال (اكتساب إلكترونات).

∵ مصهور $PbBr_2$ يحتوى على أيونات Pb^{2+} وأيونات Br^-

∴ تتحرك أيونات Pb^{2+} باتجاه القطب السالب (الكاثود) ليتم اختزالها إلى ذرات Pb

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

2 المعادلات الآتية تعبر عن تفاعلات تحدث أثناء عمليات التحليل الكهربى :

(1) $4OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)} + 4e^-$

(2) $2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

(3) $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$

(4) $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$

أيًا مما يأتى يعبر عن التفاعلين الحادثين عند الأنود؟

ⓐ (1) , (2).
ⓑ (1) , (4).
ⓒ (2) , (4).
ⓓ (3) , (4).

فكرة الحل :

الأنود هو القطب الموجب فى الخلايا التحليلية وتحدث عنده أو له عملية أكسدة (فقد إلكترونات).

∵ التفاعلان (1) ، (2) يمثلا عمليتى أكسدة (فقد إلكترونات).

∴ التفاعلان (1) ، (2) يحدثا عند أنود الخلايا التحليلية.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

3 أيًا مما يأتى يعبر عن حركة الكاتيونات فى المحاليل الإلكتروليتية ؟

Ⓐ تتحرك باتجاه الكاثود فى الخلية التحليلية وباتجاه الأنود فى الخلية الجلفانية.

Ⓑ تتحرك باتجاه الأنود فى الخلية التحليلية وباتجاه الكاثود فى الخلية الجلفانية.

Ⓒ تتحرك باتجاه الكاثود فى كل من الخلية التحليلية والخلية الجلفانية.

Ⓓ تتحرك باتجاه الأنود فى كل من الخلية التحليلية والخلية الجلفانية.

فكرة الحل :

∵ الكاتيونات تتحرك فى محلول نصف الخلية الجلفانية باتجاه الكاثود (القطب الموجب) لتحدث لها عملية اختزال.

∴ يستبعد الاختيارين Ⓐ ، Ⓓ

∵ الكاتيونات فى الخلية التحليلية تتحرك باتجاه الكاثود (القطب السالب) لتحدث لها عملية اختزال.

∴ يستبعد الاختيار Ⓑ

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓒ

القانون الأول لفاراداى

4 ما كمية الكهرباء اللازمة لترسيب 54 g من الفضة من محلول نترات الفضة؟ [Ag = 108]

ⓐ 0.5 A
ⓑ 0.5 C
ⓒ 0.5 F
ⓓ 1 A

فكرة الحل :

∵ كمية الكهرباء تقدر بوحدة الكولوم C أو الفاراداى F (وليس بوحدة الأمبير A).

∴ يستبعد الاختيارين ⓐ ، ⓓ

∵ يلزم لترسيب كتلة مكافئة جرامية من أى عنصر كمية كهرباء مقدارها 1 F

108 g —يلزم لترسيبها→ 1 F

54 g ⟶ ? F

∴ كمية الكهرباء اللازمة = $\frac{54}{108} = 0.5 \ F$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٥ ما الزمن اللازم لانحلال 36 g من الماء المحمض كهربيا باستخدام تيار شدته 3 A ؟ [H = 1 , O = 16]

ⓐ 35.74 h ⓑ 18.1 h ⓒ 9 h ⓓ 4.5 h

فكرة الحل :

عدد مولات $H_2O = \frac{36}{18} = 2\ mol$

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$
2 mol — 2 mol

$$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_{2(g)}$$
4 F — 2 mol

∵ كمية الكهرباء اللازمة لإنتاج 2 mol من H_2 = نفس كمية الكهرباء اللازمة لتحليل 2 mol من الماء = 4 F

∴ كمية الكهرباء = $4 \times 96500 = 386000\ C$

∵ الزمن (s) = $\frac{\text{كمية الكهرباء (C)}}{\text{شدة التيار (A)}} = \frac{386000}{3} = 128666.7\ s$

∴ الزمن (h) = $\frac{128666.7}{60 \times 60} = 35.74\ h$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

القانون الثانى لفاراداى

٦ كمية الكهرباء التى تؤدى إلى تصاعد 0.5 g من غاز الهيدروجين، تؤدى فى نفس الوقت إلى ترسيب كتلة من النحاس فى محلول $CuSO_4$ مقدارها .... [H = 1 , Cu = 63.5]

ⓐ 12.7 g ⓑ 15.9 g ⓒ 31.8 g ⓓ 63.5 g

فكرة الحل :

الكتلة المكافئة الجرامية للهيدروجين = $\frac{1}{1} = 1\ g$

الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس = $\frac{63.5}{2} = 31.75\ g$

$\frac{\text{كتلة الهيدروجين المتصاعدة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للهيدروجين}} = \frac{\text{كتلة النحاس المترسبة}}{\text{الكتلة المكافئة الجرامية للنحاس}}$

كتلة النحاس المترسبة = $\frac{31.75 \times 0.5}{1} \simeq 15.9\ g$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٧ أمرت كمية من الكهرباء مقدارها 1 F فى ثلاثة إلكتروليتات متصلة على التوالى تحتوى على أيونات Ag^+ ، Ni^{2+} ، Cr^{3+} فترسب 108 g من الفضة.

ما كتلتا فلزى النيكل و الكروم المترسبين ؟

العنصر	كتلة الذرة الجرامية
Ag	108 g
Ni	59 g
Cr	52 g

الاختيارات	كتلة النيكل	كتلة الكروم
ⓐ	29.5 g	17.33 g
ⓑ	59 g	52 g
ⓒ	108 g	108 g
ⓓ	118 g	156 g

فكرة الحل :

الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$

العنصر	Ag	Ni	Cr
الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر	$\frac{108}{1} = 108\ g$	$\frac{59}{2} = 29.5\ g$	$\frac{52}{3} = 17.33\ g$

∵ كمية الكهرباء = 1 F

∴ تم ترسيب الكتلة المكافئة الجرامية من كل عنصر.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

القانون العام للتحليل الكهربى

٨ ما كمية الكهرباء اللازمة لتصعيد 355 g من غاز Cl_2 بالتحليل الكهربى لمصهور NaCl ؟ [Cl = 35.5]

ⓐ $9.25 \times 10^4\ C$ ⓑ $9.65 \times 10^5\ C$ ⓒ $9.65 \times 10^4\ C$ ⓓ $4.83 \times 10^5\ C$

فكرة الحل :

$$2Cl^-_{(l)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$$

1 mol — يلزم لتصعيده كمية كهرباء → 2F

35.5 × 2 g — 2 × 96500 C

355 g — ? C

كمية الكهرباء = $\frac{355 \times 2 \times 96500}{35.5 \times 2} = 965000\ C$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٩ ما كمية الكهرباء بالفارادای اللازمة لترسيب (g/atom) من الماغنسيوم من مصهور $MgCl_2$ ؟

ⓐ 1 F ⓑ 2 F ⓒ 3 F ⓓ 4 F

فكرة الحل :

$$Mg^{2+}_{(l)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(s)}$$

كمية الكهرباء اللازمة لترسيب كتلة ذرية جرامية (g/atom) من الماغنسيوم = $2 \times 1\ F = 2\ F$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٠ ما عدد الكتل المكافئة الجرامية من النحاس التى يمكن ترسيبها عند كاثود خلية التحليل الكهربى لمحلول $CuSO_4$ بعد مرور كمية من الكهرباء فيها مقدارها 2.5 F ؟

ⓐ 1 ⓑ 2 ⓒ 2.5 ⓓ 1.25

فكرة الحل :

الكتلة المكافئة الجرامية من النحاس ← يلزم لترسيبها ← 1 F

(X) كتلة مكافئة جرامية من النحاس ← يلزم لترسيبها ← 2.5 F

عدد الكتل المكافئة الجرامية من النحاس (X) = $\frac{2.5 \times 1}{1} = 2.5$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١١ عند مرور تيار كهربى شدته 9.65 A لمدة 10 min فى إلكتروليت، ترسب 3 g من عنصر فلزى أحادى التكافؤ.
ما الكتلة الذرية الجرامية لهذا العنصر ؟

ⓐ 150 g ⓑ 100 g ⓒ 50 g ⓓ 5 g

فكرة الحل :

كمية الكهرباء (C) = شدة التيار (A) × الزمن (s)

$= 9.65 \times 10 \times 60 = 5790\ C$

كتلة المادة المترسبة (g) = $\frac{\text{كمية الكهرباء (C)} \times \text{الكتلة المكافئة الجرامية (g)}}{96500\ (C)}$

الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = $\frac{96500 \times 3}{5790} = 50\ g$

الكتلة المكافئة الجرامية للعنصر = $\frac{\text{الكتلة الذرية الجرامية للعنصر}}{\text{عدد تأكسد أيون العنصر}}$

الكتلة الذرية الجرامية للعنصر = $50 \times 1 = 50\ g$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٢ ما كمية غاز الأكسجين التى يمكن تحريرها باستخدام كمية من الكهربية مقدارها 96500 C (at STP) ؟

ⓐ 6.5 L ⓑ 5.6 L ⓒ 11.2 L ⓓ 22.4 L

فكرة الحل :

$$2O^{2-}_{(aq)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$$

1 mol 4 F

يتضح من المعادلة السابقة أنه يلزم لتحرير 1 mol (22.4 L) من غاز الأكسجين كمية من الكهرباء مقدارها 4 F

22.4 L ← يلزم لتحريرها ← 4×96500 C

? L ← 96500 C

كمية غاز الأكسجين المتحررة = $\frac{22.4 \times 96500}{4 \times 96500} = 5.6\ L$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٣ تبعًا للمعادلة : $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$

ما حجم غاز H_2 الناتج (at STP) من التحليل الكهربى للماء المحمض عند مرور تيار كهربى شدته 4 A لمدة 30 min فيه ؟

ⓐ 0.0836 L ⓑ 0.0432 L ⓒ 0.1672 L ⓓ 0.836 L

فكرة الحل :

كمية الكهرباء المارة = $4 \times 30 \times 60 = 7200\ C$

$$4H^+_{(aq)} + 4e^- \longrightarrow 2H_{2(g)}$$

4 F ← تنتج → 2 mol

4×96500 C → 2×22.4 L

7200 C → ? L

∴ حجم غاز H_2 الناتج = $\frac{7200 \times 2 \times 22.4}{4 \times 96500} = 0.836\ L$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

Worked Examples

تطبيقات على التحليل الكهربي

١ عملية الطلاء الكهربي

١ الشكل المقابل : يوضح تجربة غير ناجحة لطلاء ملعقة معدنية بالنحاس بسبب عدم ....

ⓐ توصيل مقاومة متغيرة بالدائرة.
ⓑ استخدام حمض الكبريتيك كإلكتروليت.
ⓒ غمر قطب النحاس بالكامل فى الإلكتروليت.
ⓓ توصيل الملعقة بالقطب السالب للمصدر الكهربى.

فكرة الحل :

الجسم المراد طلائه كهربيًا يوصل بالقطب السالب للبطارية ليعمل ككاثود.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٢ تستخدم فى بعض صواريخ الفضاء دروع من النحاس المطلية بالذهب لعكس الحرارة. ما مادة الأقطاب المستخدمة فى عملية الطلاء الكهربى وما مادة الإلكتروليت المستخدم ؟

الاختيارات	القطب السالب	القطب الموجب	الإلكتروليت
ⓐ	الجرافيت	الدرع	محلول أحد أملاح الذهب
ⓑ	الدرع	الجرافيت	محلول أحد أملاح النحاس
ⓒ	الدرع	الذهب	محلول أحد أملاح الذهب
ⓓ	الذهب	الدرع	محلول أحد أملاح النحاس

فكرة الحل :

عملية الطلاء الكهربى تعتمد على توصيل الفلز المراد استخدامه فى الطلاء (الذهب) بالقطب الموجب للبطارية ليعمل كأنود، وتوصيل الجسم المراد طلائه (الدرع) بالقطب السالب ليعمل ككاثود، ويغمر كل من الأنود والكاثود فى محلول مائى من أحد أملاح فلز الأنود (محلول أحد أملاح الذهب).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٣ يستخدم محلول مائى من كلوريد الذهب (III) فى طلاء مفتاح من الحديد بطبقة من الذهب. أيًا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن التغير فى كتلة المفتاح عند إمرار تيار كهربى ثابت الشدة ؟

ⓐ ⓑ ⓒ ⓓ (كتلة المفتاح / الزمن)

فكرة الحل :

∵ عند طلاء المفتاح تزداد الكتلة.
∴ يستبعد الاختيار ⓐ

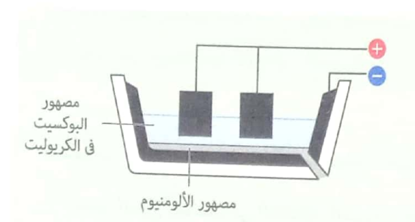
∵ المفتاح له كتلة (لا تساوى صفر).
∴ يستبعد الاختيار ⓓ

∵ طبقة الطلاء تكون رقيقة جدًا.
∴ كتلتها تكون صغيرة جدًا.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٢ عملية استخلاص الألومنيوم بالتحليل الكهربى

٤ الشكل المقابل : يعبر عن خلية التحليل الكهربى المستخدمة فى استخلاص الألومنيوم من خام البوكسيت. كل مما يأتى يعبر عن هذه الخلية الكهروكيميائية، عدا ....



ⓐ تكتسب أيونات الألومنيوم إلكترونات أثناء عملية التحليل الكهربى لتحدث لها عملية اختزال.
ⓑ يقلل الفلورسبار من درجة انصهار خام البوكسيت.
ⓒ يصنع كل من الأنود والكاثود من الجرافيت.
ⓓ يستبدل الكاثود من وقت إلى آخر.

٦ كل مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لعملية استخلاص الألومنيوم بطريقة التحليل الكهربى، عدا ....

(أ) الإلكتروليت المستخدم هو Al_2O_3 المذاب فى مصهور Na_3AlF_6 المحتوى على القليل من CaF_2

(ب) الأنود مكون من عدة أسطوانات من الجرافيت، تستبدل بأخرى بشكل دورى.

(جـ) مصهور الألومنيوم أقل كثافة من الإلكتروليت المستخدم.

(د) ينقى البوكسيت قبل إجراء عملية التحليل الكهربى له.

فكرة الحل :

∵ الفلورسبار CaF_2 يستخدم لخفض درجة انصهار خام البوكسيت Al_2O_3 المذاب فى مصهور الكريوليت Na_3AlF_6

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الأنود عبارة عن عدة أسطوانات من الجرافيت، يلزم تغييرها من وقت لآخر بسبب تآكلها بفعل غاز الأكسجين الناتج من أكسدة أيونات O^{2-}

$$2C_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ مصهور البوكسيت فى الكريوليت (الإلكتروليت) يطفو فوق سطح مصهور الألومنيوم.

∴ مصهور الألومنيوم أكبر كثافة من مصهور الإلكتروليت المستخدم.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

تنقية النحاس بعد استخلاصه من خاماته

٧ ماذا يحدث بمرور الوقت عند تشغيل خلية تحليل كهربى لمحلول $CuSO_4$ باستخدام قطبين من النحاس ؟

(أ) تزداد كتلة الأنود ويزداد $[Cu^{2+}]$.

(ب) تقل كتلة الأنود ولا يتغير $[Cu^{2+}]$.

(جـ) تزداد كتلة الأنود ولا يتغير $[Cu^{2+}]$.

(د) تقل كتلة الأنود ويزداد $[Cu^{2+}]$.

فكرة الحل :

∵ أنود النحاس تحدث له عملية أكسدة، فيتحول إلى أيونات Cu^{2+} تنتقل إلى محلول $CuSO_4$ (الإلكتروليت).

$$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$$

∴ تقل كتلة الأنود بمرور الوقت.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ أيونات Cu^{2+} المنتقلة من الأنود إلى الإلكتروليت هى التى تختزل عند الكاثود.

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(s)}$$

∴ يظل $[Cu^{2+}]$ فى المحلول ثابتًا.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

الباب

5

الكيمياء العضوية

الدرس الأول	من بداية الباب. إلى ما قبل الألكانات.
الدرس الثانى	الألكانات.
الدرس الثالث	الميثان.
الدرس الرابع	الألكينات (الأوليفينات).
الدرس الخامس	الألكاينات (الأسيتيلينات).
الدرس السادس	الهيدروكربونات الحلقية.
الدرس السابع	البنزين العطرى.
الدرس الثامن	مشتقات الهيدروكربونات.
الدرس التاسع	الإيثانول.
الدرس العاشر	الفينولات.
الدرس الحادى عشر	الأحماض الكربوكسيلية.
الدرس الثانى عشر	الإسترات.



Worked Examples

نظرية القوى الحيوية

1 كتب العالم (1) إلى معلمه وصديقه العالم (2) «يمكننى الآن تحضير (X) بدون ضرورة لوجود كلية إنسان».
أيًا مما يأتى يعبر عن كل من (1) ، (2) ، (X) ؟

الاختيارات	(1)	(2)	(X)
أ	برزيليوس	كيكولى	اليوريا
ب	برزيليوس	فوهلر	الراتنجات
ج	فوهلر	برزيليوس	اليوريا
د	فوهلر	باير	البوليمرات

فكرة الحل :
∵ اليوريا يتم إخراجها عن طريق الكلى (وليس الراتنجات أو البوليمرات).
∴ يستبعد الاختيارين (ب) ، (د)
∵ أول من قام بتحضير اليوريا فى المعمل هو العالم فوهلر.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

2 ما الصيغة الكيميائية لأيون السيانات ؟

(a) CNO^- (b) CNO^{2-} (c) CN^- (d) SCN^-

فكرة الحل :
∵ الصيغة الجزيئية لمركب سيانات الأمونيوم هى : NH_4CNO
∴ الصيغة الكيميائية لأيون السيانات هى : CNO^-

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

للإيضاح فقط

الجدول الآتى يوضح أسماء صيغ باقى الأيونات :

صيغة الأيون	CNO^{2-}	CN^-	SCN^-
اسم الأيون	فلمينات	سيانيد	ثيوسيانات

المفهوم الحديث للمركبات العضوية

3 الجدول الآتى يوضح بعض أوجه المقارنة بين المركبين (A) ، (B) :

المركب	الكتلة المولية	نوع المركب	الحالة الفيزيائية	الذوبان فى الماء	قابلية الاشتعال
(A)	58 g/mol	تساهمى	غاز	لا يذوب	قابل للاشتعال
(B)	58.5 g/mol	أيونى	صلب	يذوب	غير قابل للاشتعال

ما اسم المركبين (A) ، (B) ؟

الاختيارات	المركب (A)	المركب (B)
أ	النفثالين	كلوريد الصوديوم
ب	البيوتان	كلوريد الصوديوم
ج	ثانى أكسيد الكربون	شمع البرافين
د	الكحول الإيثيلى	شمع البرافين

فكرة الحل :
∵ المركب (A) يوجد فى الحالة الغازية (والنفثالين صلب والكحول الإيثيلى سائل).
∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (د)
∵ المركب (B) أيونى (وشمع البرافين مركب تساهمى).
∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

4 يمكن التمييز بين شمع العسل و الأسيتون عن طريق ....

(أ) القدرة على توصيل الكهرباء. (ب) نواتج الاحتراق.
(ج) الذوبان فى البنزين. (د) الحالة الفيزيائية.

فكرة الحل :
∵ كلًا من شمع العسل والأسيتون من المركبات العضوية التى :
- لا توصل التيار الكهربى.
∴ يستبعد الاختيار (أ)
- تعطى عند احتراقها غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء.
∴ يستبعد الاختيار (ب)

- تذوب في المذيبات العضوية كالبنزين.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ شمع العسل يتواجد في حالة صلبة، بينما الأسيتون يتواجد في حالة سائلة.

∴ يمكن التمييز بينهما عن طريق الحالة الفيزيائية.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

الأيزوميرزم (المشابهة الجزيئية) (التشكل)

٥ ما عدد الأيزومرات التي لها الصيغة الجزيئية C_4H_9Cl ؟

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

فكرة الحل :

الصيغ البنائية للأيزومرات التي صيغتها الجزيئية C_4H_9Cl :

(1)
```
    H   H   H   H
    |   |   |   |
H - C - C - C - C - Cl
    |   |   |   |
    H   H   H   H
```

(2)
```
    H   H   H   H
    |   |   |   |
H - C - C - C - C - H
    |   |   |   |
    H   H   Cl  H
```

(3)
```
    H  CH3  H
    |   |   |
H - C - C - C - Cl
    |   |   |
    H   H   H
```

(4)
```
    H  CH3  H
    |   |   |
H - C - C - C - H
    |   |   |
    H   Cl  H
```

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

٦ المركبات الآتية تعتبر أيزومرات لصيغة جزيئية واحدة، عدا ....

(a)
```
    H   H   H
    |   |   |
H - C - C - C - O - H
    |   |   |
    H   H   H
```

(b)
```
    H       H   H
    |       |   |
H - C - O - C - C - H
    |       |   |
    H       H   H
```

(c)
```
    H       H
    |       |
H - C - C - C - H
    |   ||  |
    H   O   H
```

(d)
```
    H  OH   H
    |   |   |
H - C - C - C - H
    |   |   |
    H   H   H
```


فكرة الحل :

يتم تحديد الصيغة الجزيئية لمركبات الاختيارات الأربعة، كالتالي :

الاختيار	(a)	(b)	(c)	(d)
الصيغة الجزيئية	C_3H_8O	C_3H_8O	C_3H_6O	C_3H_8O

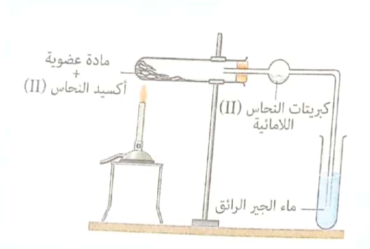
∵ مركبات الاختيارات (a) ، (b) ، (d) لها نفس الصيغة الجزيئية.

∴ تستبعد الاختيارات (a) ، (b) ، (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

الكشف عن عنصرى الكربون و الهيدروجين فى المركبات العضوية

٧ الشكل المقابل : يوضح الجهاز المستخدم في الكشف عن وجود عنصرى الكربون و الهيدروجين في المركبات العضوية. أيا مما يأتي يعبر عن المادة العضوية المستخدمة والتغير الحادث في كتلة كل من أكسيد النحاس (II) و كبريتات النحاس (II) اللامائية و ماء الجير الرائق؟



الاختيارات	المادة العضوية	أكسيد النحاس (II)	كبريتات النحاس (II) اللامائية	ماء الجير الرائق
(أ)	ريش طائر	تقل كتلته	تزداد كتلتها	تقل كتلته
(ب)	سيانات الأمونيوم	تقل كتلته	تقل كتلتها	تزداد كتلته
(ج)	ورق	تزداد كتلته	تقل كتلتها	تقل كتلته
(د)	بلاستيك	تقل كتلته	تزداد كتلتها	تزداد كتلته

فكرة الحل :

∵ سيانات الأمونيوم مركب غير عضوى.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الهيدروجين الموجود في المادة العضوية يختزل مركب أكسيد النحاس (II) إلى نحاس وبالتالي تقل كتلته.

$$2H + CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} Cu_{(s)} + H_2O_{(v)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ الكربون الموجود فى المادة العضوية يختزل أكسيد النحاس (II) مكونًا غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق وبالتالى تزداد كتلته.

$$C + 2CuO_{(s)} \xrightarrow{\Delta} 2Cu_{(s)} + CO_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

تصنيف المركبات العضوية

٨ تصنيفات المركبات الآتية جميعها صحيحة، عدا ....

الاختيارات	المركب	تصنيف المركب
(أ)	N	حلقى متجانس
(ب)	H H H H H H H-C-C-C-C-H H-C H H C-H H H H H	سلسلة متفرعة
(ج)	H H H-C-C-C-H H-C C-H H H	حلقى مشبع
(د)	H H H H H H H-C-C-C-C-C-H H H H H	سلسلة مفتوحة

فكرة الحل :

∵ المركب العضوى الحلقى المتجانس هو الذى تحتوى جميع أركان حلقته على عنصر الكربون فقط.

∴ المركب الموضح بالاختيار (أ) من المركبات الحلقية غير المتجانسة.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٩ الصيغ الكيميائية الآتية تعبر عن مركبات حلقية غير متجانسة.
أيًا منها يكون مشبع ؟

(a) C_5H_5N (b) $C_5H_{11}N$
(c) C_5H_9N (d) C_5H_7N

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية لمركبات الاختيارات الأربعة :

(d)	(c)	(b)	(a)
C_5H_7N	C_5H_9N	$C_5H_{11}N$	C_5H_5N
H H H-C-C-C-H H-C=N-C-H	H H H-C-C-C-H H-C-N=C-H H	H H H-C-C-C-H H-C-N-C-H H H H	H H-C=C-C-H H-C=N-C-H

∵ مركبات الاختيارات (a) ، (c) ، (d) حلقية غير متجانسة وغير مشبعة لاحتوائها على روابط ثنائية.

∴ تستبعد الاختيارات (a) ، (c) ، (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

١٠ الهيدروكربون الذى صيغته الجزيئية $C_{20}H_{40}$ يعتبر من ....

(أ) الألكانات.

(ب) الألكينات الحلقية.

(ج) الألكاينات.

(د) الهيدروكربونات غير المشبعة.

فكرة الحل :

∵ الصيغة الجزيئية $C_{20}H_{40}$ تتبع الصيغة العامة C_nH_{2n}

∴ هذا الهيدروكربون ينتمى إلى سلسلة الألكينات وهى هيدروكربونات غير مشبعة.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

Worked Examples

الألكانات (البرافينات)

1) ألكان يحتوى على الكربون بنسبة 83.72% والكتلة المولية لصيغته الجزيئية ضعف الكتلة المولية لصيغته الأولية. ما اسم هذا الألكان؟ [C = 12 , H = 1]

أ) إيثان. ب) بروبان. ج) بنتان. د) هكسان.

فكرة الحل :

بمعلومية الصيغ الجزيئية للألكانات الأربعة الموضحة بالجدول التالى :

الاختيارات	أ	ب	ج	د
الألكان	إيثان	بروبان	بنتان	هكسان
الصيغة الجزيئية	C_2H_6	C_3H_8	C_5H_{12}	C_6H_{14}

∵ الصيغة الجزيئية لكل من البروبان والبنتان هى نفس صيغتيهما الأولية.

∴ يستبعد الاختيارين ب ، ج

* يتم حساب النسبة المئوية للكربون فى الألكان كالتالى :

النسبة المئوية للكربون فى الإيثان $= \frac{2 \times 12}{(2 \times 12) + 6} \times 100\% = 80\%$

النسبة المئوية للكربون فى الهكسان $= \frac{6 \times 12}{(6 \times 12) + 14} = 83.72\%$

الحل : الاختيار الصحيح : د

2) ما اسم الألكان الذى كتلته المولية 72 g/mol ؟ [C = 12 , H = 1]

أ) بروبان. ب) بيوتان عادى. ج) 2،2– ثنائى ميثيل بيوتان. د) بنتان عادى.

فكرة الحل :

∵ الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

∴ الكتلة المولية لهذا الألكان = 72 g/mol = 2 + 2n + 12n

∴ 14n = 70 ومنها n = 5

الألكان الذى يحتوى على 5 ذرات كربون يسمى بنتان.

الحل : الاختيار الصحيح : د

تسمية الأيوباك لمركبات الألكانات

3) ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل؟

```
CH3 – CH – CH – CH2CH2 – CH – CH3
      |    |               |
     CH3  CH3             CH3
```

أ) 2،5،6– ثلاثى ميثيل هكسان.
ب) 2،3،6– ثلاثى ميثيل هبتان.
ج) 2،5،6– ثلاثى ميثيل هبتان.
د) 2،3،6– ثلاثى ميثيل هكسان.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تتكون من 7 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب (السلسلة الأساسية) : هبتان.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين أ ، د

∵ هناك 3 مجموعات متفرعة من ذرات الكربون 2 ، 3 ، 6

∴ يستبعد الاختيار ج

الحل : الاختيار الصحيح : ب

4) ما تسمية الأيوباك الصحيحة للمركب الذى سُمىَ خطأ باسم 4– إيثيل بنتان؟

أ) 2– إيثيل بنتان. ب) 1– ميثيل –1– بروبيل بروبان.
ج) 3– ميثيل هكسان. د) 4– ميثيل هكسان.

فكرة الحل :

الصيغة البنائية للمركب حسب تسميته الخطأ :

```
    H   H   H   H   H
    |1  |2  |3  |4  |5
H – C – C – C – C – C – H
    |6  |5  |4  |3  |
    H   H   H   |   H
            H – C – H
                |2
            H – C – H
                |1
                H
```

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تتكون من 6 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : هكسان.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين أ ، ب

∵ هناك مجموعة ميثيل متفرعة من الموضع 3

∴ تسمية الأيوباك الصحيحة لهذا المركب : 3– ميثيل هكسان.

الحل : الاختيار الصحيح : ج

٥ ذرة الكربون الأولية هي التي تتصل بذرة كربون واحدة فقط، بينما ذرة الكربون الثالثية هي التي تتصل بثلاث ذرات كربون أخرى.

ما الألكان الذي يتضمن ثلاث ذرات كربون أولية وذرة كربون ثالثية ؟

(أ) الهكسان العادي.
(ب) 2– ميثيل بنتان.
(ج) 2،2– ثنائي ميثيل بيوتان.
(د) 2،3– ثنائي ميثيل بيوتان.

فكرة الحل :

∵ الصيغة البنائية المقابلة لمركب الهكسان العادي

```
    H   H   H   H   H   H
    |   |   |   |   |   |
H - C - C - C - C - C - C - H
    |   |   |   |   |   |
    H   H   H   H   H   H
```

توضح أنه يتضمن :

- 2 ذرة كربون أولية.
- 0 ذرة كربون ثالثية.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الصيغة البنائية المقابلة لمركب 2– ميثيل بنتان

```
        H   H   H
        |   |   |
H3C  -  C - C - C - CH3
        |   |   |
      CH3   H   H
```

توضح أنه يتضمن :

- 3 ذرات كربون أولية.
- 1 ذرة كربون ثالثية.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٦ أمامك أربع صيغ بنائية :

(1)	(2)
$H-C(CH_3)_2-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$	$H_3C-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$
(3)	**(4)**
$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-C(CH_3)_2-CH_3$	$H_3C-CH(CH_3)-CH_2-C(CH_3)_2-H$

ما الصيغتان اللتان تسميان باسم : 4،2،2– ثلاثي ميثيل بنتان ؟

(a) (1) , (3). (b) (1) , (4). (c) (2) , (3). (d) (2) , (4).

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة في المركب (1) تتكون من 6 ذرات كربون.
∴ خاتمة اسم المركب : هكسان.
وعليه يتم استبعاد الاختيارين (a) ، (b)

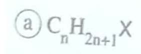
∵ أطول سلسلة كربونية متصلة في المركبين (3) ، (4) تتكون من 5 ذرات كربون.
∴ خاتمة اسم المركب : بنتان.

∵ في المركب (3) تتفرع ثلاث مجموعات ميثيل من المواضع : 4،2،2
بينما في المركب (4) تتفرع مجموعتين ميثيل فقط من الموضعين 4،2
∴ يستبعد الاختيار (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

مشتقات الألكانات الهالوجينية

٧ ما الصيغة العامة لهاليدات الألكيل ؟



(a) $C_nH_{2n+1}X$
(b) $C_nH_{2n+2}X$
(c) $C_nH_{n+1}X$
(d) $C_nH_{2n}X$

فكرة الحل :

الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

∵ تم استبدال أحد ذرات الهيدروجين في الألكان بذرة هالوجين X ليصبح هاليد ألكيل.
∴ الصيغة العامة لهاليدات الألكيل : $C_nH_{2n+1}X$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)



Worked Examples

تحضير غاز الميثان فى المعمل

1 التقطير الجاف لمركب بيوتانوات الصوديوم $CH_3(CH_2)_2COONa$ فى وجود الجير الصودى، يُكوّن ....

(أ) بروبان. (ب) بروبين. (ج) إيثان. (د) بيوتان.

فكرة الحل :

عند تسخين أسيتات الصوديوم مع الجير الحى يتكون الميثان.

$$CH_3COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} CH_{4(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

وبنفس الكيفية يؤدى تسخين بيوتانوات الصوديوم مع الجير الصودى إلى تكوين البروبان.

$$C_3H_7COONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} C_3H_{8(g)} + Na_2CO_{3(s)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

للإيضاح فقط

التقطير الجاف لملح فورمات الصوديوم ينتج عنه كربونات صوديوم وغاز H_2

$$HCOONa_{(s)} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} Na_2CO_{3(s)} + H_{2(g)}$$

الخواص الفيزيائية للألكانات

2 كل مما يأتى من خواص غاز المستنقعات، عدا إنه ....

(أ) لا يذوب فى الماء. (ب) أكثر تطايرًا من غاز الإيثان.
(ج) يتفاعل مع الهالوجينات بالإضافة. (د) ينتج من تحلل مخلفات الحيوانات.

فكرة الحل :

غاز المستنقعات هو غاز الميثان CH_4

∵ غاز الميثان من الألكانات وهى مواد غير قطبية لا تذوب فى الماء.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الكتلة المولية لغاز الميثان أقل مما لغاز الإيثان وعليه فإنه سوف يكون أكثر تطايرًا منه.
∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ يصعب كسر الروابط سيجما القوية فى مركبات الألكانات (مثل الميثان).
∴ الميثان لا يتفاعل مع الهالوجينات بالإضافة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

3 يحتوى الجازولين على عدد من ذرات الكربون تتراوح ما بين ....

(d) $C_1 : C_9$ (c) $C_4 : C_9$ (b) $C_{10} : C_{12}$ (a) $C_{15} : C_{18}$

فكرة الحل :

الجازولين من الألكانات السائلة التى تحتوى من 5 : 17 ذرة كربون.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

4 ما المركب الذى يكون فى حالة سائلة فى الظروف القياسية من الضغط و درجة الحرارة ؟

(أ) البروبان. (ب) الإيثان. (ج) البنتان العادى. (د) الأيزوبيوتان.

فكرة الحل :

أقل عدد من ذرات الكربون فى الألكانات السائلة يساوى 5

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

الخواص الكيميائية للألكانات

5 يتفق أفراد سلسلة الألكانات فى كل مما يأتى، عدا ....

(أ) أنها تعتبر أيزومرات لبعضها.
(ب) أنها متشابهة الخواص الكيميائية.
(ج) أنها تخضع لقانون جزيئى عام.
(د) أن فرق الكتلة المولية لأى مركب والمركب الذى يليه يساوى 14

فكرة الحل :

∵ كل ألكان يختلف عن باقى الألكانات فى الصيغة الجزيئية.
∴ أفراد سلسلة الألكانات لا تعتبر أيزومرات لبعضها.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

6 العمليات الآتية جميعها ماصة للحرارة، عدا ....

(أ) تفاعل الحصول على أسود الكربون من الميثان.
(ب) تفاعل الحصول على الغاز المائى من الميثان.
(ج) تفاعل الحصول على البيوتين و البيوتان من الأوكتان.
(د) تفاعل الحصول على ثانى أكسيد الكربون و بخار الماء من الميثان.

فكرة الحل :

∵ الحصول على أسود الكربون يتم بتسخين الميثان بمعزل عن الهواء عند درجة حرارة $1000°C$ (تفاعل ماص للحرارة).

$$CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{no air}]{1000°C} 2H_{2(g)} + C_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الحصول على الغاز المائى يتم بتسخين غاز الميثان مع بخار الماء فى وجود عامل حفاز عند درجة حرارة $725°C$ (تفاعل ماص للحرارة).

$$\underset{\text{ميثان}}{CH_{4(g)}} + H_2O_{(v)} \xrightarrow[\text{cat}]{725°C} \underset{\text{الغاز المائى}}{CO_{(g)} + 3H_{2(g)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الحصول على غازى البيوتين والبيوتان معًا يتم بالتكسير الحرارى الحفزى للأوكتان (تفاعل ماص للحرارة).

$$\underset{\text{أوكتان}}{C_8H_{18(l)}} \xrightarrow[\text{cat}]{\Delta/P} \underset{\text{بيوتان}}{C_4H_{10(g)}} + \underset{\text{بيوتين}}{C_4H_{8(g)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

∵ الحصول على غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 وبخار الماء يتم بحرق الميثان ويكون التفاعل مصحوبًا بانطلاق حرارة.

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + \text{Energy}$$

∴ تفاعل احتراق الميثان طارد للحرارة.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

7 عدد مولات الأكسجين اللازمة لاحتراق 1 mol من الألكانات ذات السلسلة المفتوحة احتراقًا تامًا يعين من العلاقة .... «علمًا بأن n يساوى عدد ذرات الكربون فى الألكان»

(a) $n+2$ (b) $\frac{n+1}{2}$ (c) $\frac{3n+1}{2}$ (d) n

فكرة الحل :

∵ احتراق الألكانات احتراقًا تامًا يعبر عنه بالمعادلة :

$$C_nH_{2n+2} + XO_2 \xrightarrow{\Delta} nCO_2 + (n+1)H_2O$$

من موازنة المعادلة نجد أن :

$$\because 2X = 2n + (n+1) \qquad \therefore X = \frac{3n+1}{2}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

8 يتكون خليط من البروبين و الميثان عند التكسير الحرارى الحفزى لمركب ....

(أ) 1- بيوتين. (ب) 2- بيوتين. (جـ) بيوتان عادى. (د) بيوتان حلقى.

فكرة الحل :

$$C_xH_y \xrightarrow[\text{cat}]{\Delta/P} C_3H_6 + CH_4$$

$\because x = 3 + 1 = 4 \quad , \quad y = 6 + 4 = 10$

∴ الصيغة الجزيئية للمركب هى C_4H_{10} وهى تعبر عن مركب البيوتان العادى.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

9 المعادلة الآتية تعبر عن إحدى العمليات التى تجرى على أحد نواتج زيت البترول :

$$C_{16}H_{34} \xrightarrow[\text{cat}]{\Delta/P} C_8H_{18} + C_4H_8 + 2C_2H_4$$

أيًا مما يأتى يعتبر صحيحًا ؟

الاختيارات	العملية الحادثة	الصيغة العامة للمادة المتفاعلة
(أ)	إعادة تشكيل	C_nH_{2n-2}
(ب)	إعادة تشكيل	C_nH_{2n+2}
(جـ)	تكسير حرارى حفزى	C_nH_{2n+2}
(د)	تكسير حرارى حفزى	C_nH_{2n}

فكرة الحل :

∵ العملية الحادثة يُجرى فيها تحويل جزىء طويل السلسلة الكربونية إلى جزيئات أصغر وأخف.

∴ التفاعل الحادث يعبر عن عملية تكسير حرارى حفزى.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ عملية التكسير الحرارى الحفزى تُجرى للألكانات (صيغتها العامة : C_nH_{2n+2}).

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

10 وعاء يحتوى على خليط من غازى الميثان والكلور مُعرض للأشعة فوق البنفسجية.

ما المواد الموجودة فى هذا الوعاء بعد انتهاء التفاعل ؟

الاختيارات	CH_3Cl	CCl_4	HCl	H_2
(a)	✓	✓	✗	✗
(b)	✓	✗	✓	✗
(c)	✓	✓	✓	✗
(d)	✓	✓	✓	✓

فكرة الحل :

يتفاعل غاز الميثان مع غاز الكلور فى وجود الأشعة فوق البنفسجية فى سلسلة من تفاعلات الاستبدال، وهى :

$$CH_{4(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CH_3Cl_{(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CH_2Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CH_2Cl_{2(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CHCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \xrightarrow{UV} CCl_{4(l)} + HCl_{(g)}$$

∵ H_2 لا يعتبر من مواد التفاعل.

∴ يستبعد الاختيار (d)

∵ مواد CH_3Cl ، CCl_4 ، HCl تعتبر من مواد التفاعل.

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (b)

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

11 ما عدد الأيزومرات الموجودة فى الخليط الناتج من تفاعل 1 mol من البروبان مع 2 mol من البروم فى وجود الأشعة فوق البنفسجية ؟

(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

فكرة الحل :

الصيغ البنائية للأيزومرات المحتملة هى :

(1)	(2)
$\begin{array}{c} H\ \ H\ \ H \\ Br-C-C-C-H \\ Br\ \ H\ \ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H\ \ Br\ \ H \\ H-C-C-C-H \\ H\ \ Br\ \ H \end{array}$
(3)	**(4)**
$\begin{array}{c} H\ \ H\ \ H \\ Br-C-C-C-H \\ H\ \ Br\ \ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H\ \ H\ \ H \\ Br-C-C-C-Br \\ H\ \ H\ \ H \end{array}$

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

استخدامات مشتقات الألكانات الهالوجينية

12 طلبت الملكة البريطانية فيكتوريا فى عام ١٨٤٣م أن يستخدم الطبيب المركب (X) لمساعدتها على تجنب آلام الولادة، إلا إنه رفض طلبها بسبب حادثة وفاة شابة حامل عقب استنشاقها جرعة كبيرة من هذا المركب. ما اسم هذا المركب ؟

(أ) الهالوثان. (ب) الكلوروفورم. (ج) المورفين. (د) هيدروكودون.

فكرة الحل :

∵ الهالوثان يستخدم كمخدر آمن.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الكلوروفورم كان يستخدم كمادة مخدرة، إلا أنه قد يتسبب فى وفاة المريض عند عدم التقدير الدقيق للجرعة اللازمة.

∴ الكلوروفورم مخدر غير آمن.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

الأهمية الاقتصادية للألكانات

13 يُجرى خبراء صناعة إطارات السيارات تعديلات مستمرة على الإطارات إلا أنهم لا يمكنهم تغيير لونها الأسود. ما السبب العلمى لعدم إمكانية تغيير لون إطارات السيارات ؟

(أ) لأن المطاط المصنوع منه الإطارات يكون أسود اللون.

(ب) لأنه يلزم إضافة أسود الكربون إليها للحفاظ عليها من التآكل.

(ج) لأنه يلزم إضافة أكسيد النحاس الأسود إليها لعدم تعريض الإطارات للجفاف.

(د) لأن لون الإطارات الأسود يتناسب مع لون الأسفلت الأسود.

فكرة الحل :

لون الإطارات الأسود يعود إلى إضافة الكربون المجزأ (أسود الكربون) إلى المطاط الأبيض المستخدم بغرض إطالة عمر الإطارات بحمايتها من التآكل.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

14 يتكون الغاز المائى من تسخين غاز الميثان مع بخار الماء، تبعًا للتفاعل التالى :

$$CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$$

ما الظروف التى تزيد من كمية الغاز المائى المتكونة ؟

(أ) رفع درجة الحرارة ورفع الضغط. (ب) رفع درجة الحرارة وخفض الضغط.

(ج) خفض درجة الحرارة ورفع الضغط. (د) خفض درجة الحرارة وخفض الضغط.

فكرة الحل :

∵ هذا التفاعل يتم بالتسخين إلى درجة حرارة 725°C

∴ يستبعد الاختياران (ج) ، (د)

∵ عدد مولات الغاز المائى الناتج (4 mol) أكبر من مجموع عدد مولات الميثان وبخار الماء (2 mol).

∴ يزداد معدل التفاعل الطردى بخفض الضغط الخارجى.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

Worked Examples

سلسلة الألكينات

1 ما الكتلة المولية للألكين الذى يحتوى على 10 ذرات هيدروجين ؟ [C = 12 , H = 1]

(a) 42 g/mol (b) 56 g/mol (c) 70 g/mol (d) 84 g/mol

فكرة الحل :

الصيغة العامة للألكينات : C_nH_{2n} «حيث n عدد ذرات الكربون». $\because 2n = 10 \Rightarrow \therefore n = 5$

∴ الصيغة الجزيئية لهذا الألكين : C_5H_{10}

وعليه فإن الكتلة المولية لهذا الألكين = (10 × 1) + (5 × 12) = 70 g/mol

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

تسمية الأيوباك لمركبات الألكينات

1 ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

$CH_3CH=C-CH_2-CH_3$
$\quad\quad\quad\quad | $
$\quad\quad\quad CH_2CH_2CH_3$

(أ) 3- إيثيل -2- هكسين.
(ب) 3- بروبيل -2- هكسين.
(ج) 3- بروبيل -3- هكسين.
(د) 4- إيثيل -4- هكسين.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة مزدوجة فى هذا المركب تتكون من 6 ذرات كربون والرابطة المزدوجة تكون مع ذرة الكربون رقم 2

∴ السلسلة الأساسية فى هذا المركب : 2- هكسين.

∵ مجموعة الإيثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 3- إيثيل -2- هكسين.

$\overset{1}{CH_3}\overset{2}{CH}=\overset{3}{C}-(CH_2-CH_3)$
$\quad\quad\quad\quad | $
$\quad\quad\quad \overset{4}{CH_2}\overset{5}{CH_2}\overset{6}{CH_3}$

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

3 ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

$CH_2=C-CH_2-CH_3$
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad H-C-CH_3$
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad\quad CH_3$

(أ) 2- إيثيل -3- ميثيل -1- بيوتين.
(ب) 3- ميثيل -2- إيثيل -1- بيوتين.
(ج) 2- ميثيل -3- إيثيل -3- بيوتين.
(د) إيثيل أيزوبروبيل إيثين.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة مزدوجة فى هذا الألكين تتكون من 4 ذرات كربون والرابطة المزدوجة تكون مع ذرة الكربون رقم 1

∴ السلسلة الأساسية فى هذا المركب : 1- بيوتين.

∴ يستبعد الاختيارين (ج) ، (د)

∵ مجموعة الإيثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 2 ومجموعة الميثيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 3 والإيثيل E يسبق الميثيل M فى الترتيب الأبجدى.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

م. إيثيل
$\overset{1}{CH_2}=\overset{2}{C}-(CH_2-CH_3)$
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad H-\overset{3}{C}-\overset{4}{CH_3}$
$\quad\quad\quad |$
$\quad\quad\quad (CH_3)$
م. ميثيل

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

4 ما عدد كل من الروابط سيجما وباى فى الجزىء الواحد من مركب 2- ميثيل -1- بيوتين ؟

الاختيارات	الروابط σ	الروابط π
(a)	13	2
(b)	16	0
(c)	14	1
(d)	15	1

فكرة الحل :

الصيغة البنائية للمركب 2- ميثيل -1- بيوتين هى :

```
          H   H
          |   |
H-C  =  C  -  C-C-H
  |     |     |   |
  H   H-C-H   H   H
        |
        H
```

ومنها يتضح أن الجزء الواحد يتضمن :

- 1 رابطة باى.
- 14 رابطة سيجما.

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

الخواص الفيزيائية للألكينات

٧ ثلاثة هيدروكربونات (X) ، (Y) ، (Z) :

(X) : $CH_2=CH_2$ (Y) : $CH_3-CH=CH_2$

(Z) : $CH_3-CH_2-CH=CH_2$

أيا مما يأتى يعتبر صحيح بالنسبة لهذه المركبات ؟

(أ) أفراد من سلسلة متجانسة واحدة لها نفس درجة الغليان.

(ب) ألكينات تمثل جزء من سلسلة متجانسة لها نفس الصيغة الأولية.

(جـ) ألكينات لها نفس الكثافة.

(د) أفراد من سلسلة متجانسة واحدة لها نفس درجة الانصهار.

فكرة الحل :

∵ الأفراد الثلاثة تحتوى جزيئاتها على رابطة واحدة مزدوجة.

∴ فهى تتبع سلسلة متجانسة واحدة وهى الألكينات وأفراد السلسلة المتجانسة الواحدة تتميز بتدرج خواصها الفيزيائية، مثل درجتى الغليان والانصهار والكثافة.

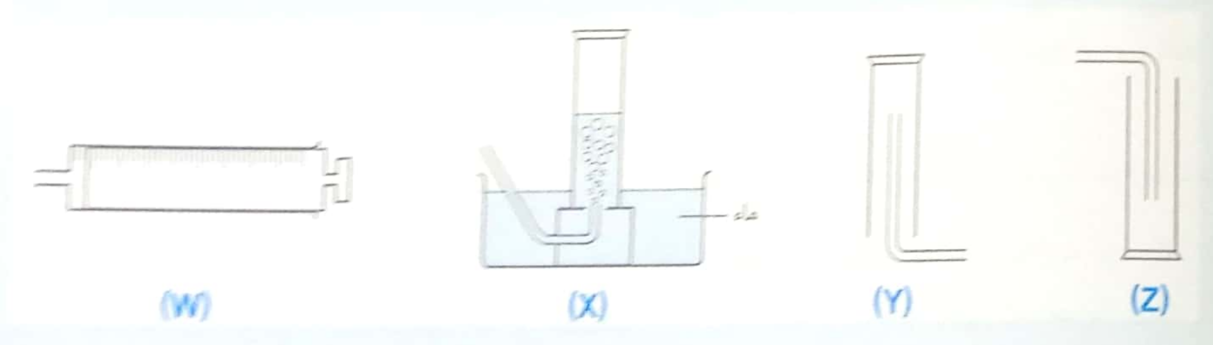
وعليه تستبعد الاختيارات (أ) ، (جـ) ، (د)

والجدول الآتى يوضح الصيغ الجزيئية والأولية للمركبات الثلاثة :

المركب	(X)	(Y)	(Z)
الصيغة الجزيئية	C_2H_4	C_3H_6	C_4H_8
الصيغة الأولية	CH_2	CH_2	CH_2

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٨ تستخدم الأدوات و الوسائل الموضحة بالأشكال الآتية فى جمع الغازات المختلفة :



ما الأدوات التى يمكن استخدامها فى جمع غاز الإيثين الذى يتميز بأنه أخف من الهواء ؟

ⓐ (X) , (Z). ⓑ (Z) , (W). ⓒ (X) , (Y) , (W). ⓓ (X) , (Z) , (W).

فكرة الحل :

∵ غاز الإيثين أخف من الهواء، فيجمع الغاز بإزاحة الهواء لأسفل.

∴ تستبعد الأداة (Z).

وبالتالي يتم استبعاد الاختيارات ⓐ ، ⓑ ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

الخواص الكيميائية للألكينات

٩ تدخل الألكينات في جميع التفاعلات الآتية عدا ....

(أ) البرومة. (ب) الهدرجة. (ج) الهيدرة. (د) التحلل المائي.

فكرة الحل :

معظم تفاعلات الألكينات تتم بالإضافة ومنها تفاعلات :

- إضافة البروم (البرومة «الهلجنة»).

$$H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(l)}$$

- إضافة الهيدروجين (الهدرجة).

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[150^\circ : 300^\circ C]{Pt\ or\ Ni} C_2H_{6(g)}$$

- إضافة الماء (الهيدرة).

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

١٠ ما عدد مولات الغازات والأبخرة الموجودة في وعاء مغلق بعد انتهاء التفاعل بين خليط من 1 mol من الإيثين مع 4 mol من الأكسجين (at 300°C)؟

ⓐ 2 mol ⓑ 3 mol ⓒ 4 mol ⓓ 5 mol

فكرة الحل :

$$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + \text{Energy}$$

1 mol   3 mol   2 mol   2 mol

∵ كل 1 mol من C_2H_4 يتفاعل مع 3 mol من O_2

∴ يتبقى 1 mol من غاز O_2 بدون تفاعل.

مجموع أعداد مولات الغازات والأبخرة الموجودة في وعاء التفاعل

= عدد مولات النواتج + عدد مولات O_2 غير المتفاعل

= 1 mol O_2 + 2 mol CO_2 + 2 mol H_2O = 5 mol

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

١١ ما المركبان اللذان يمكن التمييز بينهما باستخدام ماء البروم؟

ⓐ C_2H_6 ، C_3H_8

ⓑ C_3H_8 ، C_4H_8

ⓒ C_4H_{10} ، C_5H_{12}

ⓓ C_8H_{18} ، $C_{10}H_{22}$

فكرة الحل :

∵ مركبى C_2H_6 ، C_3H_8 من الألكانات التى لا تتفاعل مع ماء البروم (وإنما تتفاعل مع أبخرة البروم فقط).

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ مركب C_3H_8 من الألكانات ، بينما مركب C_4H_8 من الألكينات.

∴ C_3H_8 لن يتفاعل مع ماء البروم، بينما C_4H_8 يتفاعل معه مسببًا زوال لون البروم الأحمر.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٢ عند تفاعل 0.05 mol من زيت نباتى (مركب غير مشبع) مع وفرة من ماء البروم [Br = 80] تزداد كتلته بمقدار 24 g

ما عدد مولات الروابط (C = C) الموجودة فى مول واحد من هذا الزيت؟

ⓐ 1 ⓑ 3 ⓒ 5 ⓓ 6

فكرة الحل :

الكتلة المولية من البروم $Br_2 = 80 \times 2 = 160$ g/mol

عدد مولات البروم المتفاعلة = $\frac{24}{160} = 0.15$ mol

الزيت النباتى	يتفاعل مع ←	البروم
0.05 mol		0.15 mol
1 mol		? mol

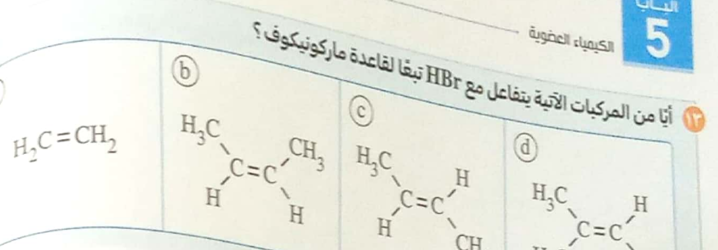
عدد مولات البروم المتفاعلة مع 1 mol من الزيت النباتى = $\frac{0.15}{0.05} = 3$ mol

∵ كل مول من البروم يكسر مول من الروابط الثنائية (=).

∴ المول الواحد من الزيت النباتى يحتوى على 3 mol من الروابط الثنائية (C = C).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٣ أيا من المركبات الآتية يتفاعل مع HBr تبعًا لقاعدة ماركونيكوف؟



فكرة الحل :

∵ قاعدة ماركونيكوف تُطبق على الألكينات غير المتماثلة فقط.

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ، ⓑ، ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

١٤ أمامك 4 مركبات هيدروكربونية غير مشبعة :

(1)	(2)
$CH_3CH=C(CH_3)-CH_3$	$CH_3CH=CHCH_3$
(3)	**(4)**
$CH_3-CH=CHCH_2CH_3$	$CH_3-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$

ما المركبين اللذين يعطيان عند إجراء عملية هدرجة حفزية لهما أيزومرين للمركب 2،2– ثنائي ميثيل بروبان؟

ⓐ (1) , (4). ⓑ (2) , (4). ⓒ (1) , (3). ⓓ (1) , (2).

فكرة الحل :

∵ الصيغة البنائية للمركب 2،2– ثنائي ميثيل بروبان هي :

$$H_3C-C(CH_3)_2-CH_3$$

∴ هذا المركب يحتوى على 5 ذرات كربون.

∵ الهدرجة الحفزية للألكينات لا تغير عدد ذرات الكربون فى الألكان الناتج.

∴ يستبعد المركب (2)، لأن الألكان الناتج من هدرجته الحفزية يحتوى على 4 ذرات كربون.

ويستبعد المركب (4)، لأن الألكان الناتج من هدرجته الحفزية يحتوى على 6 ذرات كربون.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٥ عند إضافة بروميد الهيدروجين إلى بروميد الفاينيل يتكون ....

(أ) 1، 1– ثنائى بروموإيثين.
(ب) 1، 1– ثنائى برومو إيثان.
(جـ) 1، 2– ثنائى بروموإيثين.
(د) 1، 2– ثنائى برومو إيثان.

فكرة الحل :

$$H_2C=CHBr + HBr \longrightarrow H-CH_2-CHBr-Br$$

بروميد الفاينيل — 1، 1– ثنائى بروموإيثان

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١٦ أيا من المركبات الآتية يزيل لون محلول برمنجنات البوتاسيوم فى وسط قلوى؟

ⓐ CH_3CH_3
ⓑ ⬡
ⓒ $CH_3CHCHCH_2CH_3$
ⓓ $C(CH_3)_4$

فكرة الحل :

كاشف باير (محلول برمنجنات البوتاسيوم فى وسط قلوى) يستخدم فى الكشف عن وجود الرابطة المزدوجة (=) فى الألكينات.

∵ المركبان CH_3CH_3 ، $C(CH_3)_4$ من الألكانات.

∴ يستبعد الاختياران ⓐ ، ⓓ

∵ المركب ⬡ حلقى مشبع.

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ $CH_3CH=CHCH_2CH_3$ من الألكينات.

∴ هذا المركب يزيل لون محلول برمنجنات البوتاسيوم.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٩ أيًا مما يأتى يعبر عن البلمرة بالإضافة و البلمرة بالتكاثف ؟

الاختيارات	البلمرة بالإضافة	البلمرة بالتكاثف
أ	جزيئات المونومر فيها تحتوى على رابطة C = C وهى تُكون البوليمر فقط	جزيئات المونومر فيها تحتوى على رابطة C = C وهى تُكون البوليمر فقط
ب	جزيئات المونومر فيها تحتوى على رابطة C = C وهى تُكون البوليمر فقط	تتفاعل جزيئات المونومر فيها لتكوين بوليمر وجزىء بسيط
ج	تتفاعل جزيئات المونومر فيها لتكوين بوليمر وجزىء بسيط	جزيئات المونومر فيها تحتوى على رابطة C = C وهى تُكون البوليمر فقط
د	تتفاعل جزيئات المونومر فيها لتكوين بوليمر وجزىء بسيط	تتفاعل جزيئات المونومر فيها لتكوين بوليمر وجزىء بسيط

فكرة الحل :

∵ عملية البلمرة بالإضافة ينتج عنها تكوين بوليمر عبارة عن جزىء مشبع كبير فقط.

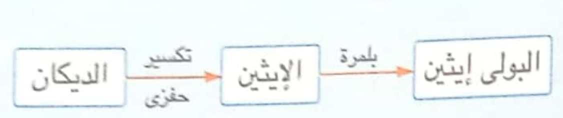
∴ يستبعد الاختيار (د)

∵ عملية البلمرة بالتكاثف ينتج عنها تكوين بوليمر مشترك وجزىء بسيط كالماء.

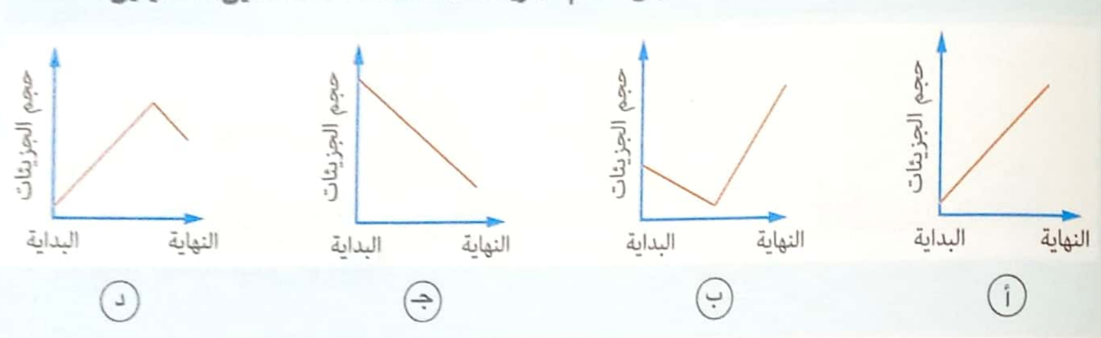
∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٢٠ يمكن تحضير البولى إيثين تبعًا للمخطط التالى :

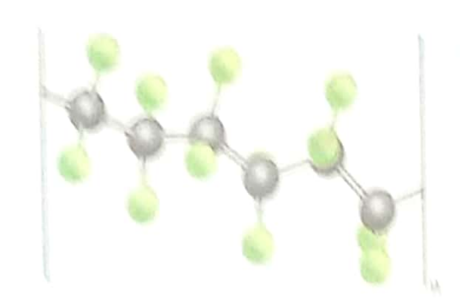


أيًا من الأشكال البيانية الآتية يعبر عن التغير فى حجم الجزيئات المستخدمة أثناء هاتين العمليتين ؟





٢١ الشكل المقابل : يعبر عن أحد البوليمرات الداخل في تركيبها أحد الهالوجينات، كل مما يأتي يعتبر صحيحًا بالنسبة لهذا البوليمر عدا إن (إنه) ....



(أ) درجة انصهاره مرتفعة.

(ب) لا يتأثر بالمواد الكيميائية.

(جـ) عازل للكهرباء.

(د) أكثر صلابة من البولي بروبلين.

فكرة الحل :

∵ يتضح من الشكل أن كل ذرات الكربون تتصل بذرات متماثلة (ذرات فلور).

∴ البوليمر الموضح بالشكل هو التفلون.

∵ التفلون يستخدم في تبطين أواني الطهي التي تتعرض لدرجات حرارة مرتفعة أثناء عمليات الطهي بالإضافة إلى عدم تفاعلها مع المواد الغذائية (غير قابل للالتصاق).

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (جـ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

Worked Examples

سلسلة الألكاينات

1 ما عدد مولات الروابط باى (π) فى المول الواحد من البروباين ؟

ⓐ 1 ⓑ 2 ⓒ 3 ⓓ 4

فكرة الحل :

يتضح من الصيغة البنائية للبروباين أن هناك رابطة ثلاثية تتضمن رابطتين فقط من النوع باى (π).

$H-C\equiv C-CH_3$
البروباين

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

2 أيا من المجموعات الهيدروكربونية الآتية تتضمن وجود رابطة ثلاثية ؟

ⓐ $-C_3H_7$ ⓑ $-C_4H_7$ ⓒ $-C_5H_7$ ⓓ $-C_5H_{11}$

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية للمجموعات الموضحة بالاختيارات الأربعة :

ⓐ	ⓑ
H H H −C−C−C−H H H H	H H H H −C=C−C−C−H H H
ⓒ	**ⓓ**
H H H −C≡C−C−C−C−H H H H	H H H H H −C−C−C−C−C−H H H H H H

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

تسمية الأيوباك لمركبات الألكاينات

3 ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

H H H H
H−C−C−C−C≡C−C−H
H H H H

(أ) 2- هكسين.
(ب) 4- هكساين.
(جـ) 2- هكساين.
(د) 4- هكسين.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة ثلاثية (≡) فى هذا الألكاين تتكون من 6 ذرات كربون والرابطة الثلاثية تكون مع ذرة الكربون رقم 2

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 2- هكساين.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

4 ما تسمية الأيوباك لهذا المركب : $CH_3-C\equiv C-CH(CH_3)_2$ ؟

(أ) 4- ميثيل -2- بنتاين.
(ب) 4،4- ثنائى ميثيل -2- بيوتاين.
(جـ) أيزوبروبيل ميثيل أسيتيلين.
(د) 2- ميثيل -4- بنتاين.

فكرة الحل :

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}\equiv\overset{3}{C}-\overset{4}{C}H-CH_3$
$\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad |$
$\quad\quad\quad\quad\quad\quad\overset{5}{C}H_3$

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على رابطة ثلاثية (≡) فى هذا الألكاين تتكون من 5 ذرات كربون والرابطة الثلاثية تكون مع ذرة الكربون رقم 2

∴ السلسلة الأساسية لهذا المركب : 2- بنتاين.

∵ مجموعة الميثيل $-CH_3$ تتفرع من ذرة الكربون رقم 4

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 4- ميثيل -2- بنتاين.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

تحضير غاز الإيثاين

⑤ يتم تحضير غاز الإيثين من كربيد الكالسيوم على خطوتين.
ما كتلة كربيد الكالسيوم اللازمة لتحضير 14 g من الإيثين ؟ [Ca = 40 , C = 12 , H = 1]

ⓐ 1.6 g ⓑ 3.2 g ⓒ 16 g ⓓ 32 g

فكرة الحل :

• $CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

• $C_2H_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} C_2H_4$

بالجمع

$CaC_2 + 2H_2O + H_2 \longrightarrow C_2H_4 + Ca(OH)_2$

CaC_2	$\xrightarrow{\text{ينتج}}$	C_2H_4
$40 + (12 \times 2)$		$(12 \times 2) + (1 \times 4)$
64 g/mol		28 g/mol
? g		14 g

∴ كتلة كربيد الكالسيوم اللازمة $= \frac{64 \times 14}{28} = 32\ g$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

⑥ ما حجم غاز الإيثاين الذى يمكن الحصول عليه من التأثير الحرارى على 200 L من غاز الميثان،
فى نفس الظروف من الضغط و درجة الحرارة ؟

ⓐ 400 L ⓑ 200 L ⓒ 100 L ⓓ 50 L

فكرة الحل :

$$2CH_{4(g)} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500°C} C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

$2CH_4$	C_2H_2
2 mol	1 mol
(2×22.4) L	22.4 L
200 L	? L

∴ حجم غاز الإيثاين $= \frac{200 \times 22.4}{2 \times 22.4} = 100\ L$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

الخواص الكيميائية للإيثاين

⑦ هيدروكربون النسبة المئوية للهيدروجين فيه 11.1 % وعند احتراق 1 mol منه فى وفرة من الأكسجين تكوّن 3 mol من H_2O بالإضافة لغاز ثانى أكسيد الكربون.
ما الكتلة المولية من هذا الهيدروكربون ؟ [C = 12 , H = 1]

ⓐ 14 g/mol ⓑ 27 g/mol ⓒ 54 g/mol ⓓ 56 g/mol

فكرة الحل :

$C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO_2 + 3H_2O$

∵ احتراق 1 mol من الهيدروكربون يكوّن 3 mol من H_2O

∴ عدد مولات ذرات الهيدروجين فى هذا الهيدروكربون = 6 mol

∴ كتلة الهيدروجين فى مول من المركب = $1 \times 6 = 6\ g$

النسبة المئوية للهيدروجين $= \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{الكتلة المولية من المركب}} \times 100\%$

∴ الكتلة المولية من المركب $= \frac{100\% \times 6}{11.1\%} = 54\ g/mol$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

⑧ ما عدد مولات غاز الهيدروجين اللازمة لتشبع 1 mol من المركب $CH_3CHCHCCH$ ؟

ⓐ 2 mol ⓑ 3 mol ⓒ 4 mol ⓓ 5 mol

فكرة الحل :

الصيغة البنائية لهذا المركب : $H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-C\equiv C-H$

∵ المول من هذا المركب يتضمن 1 mol من الرابطة (≡) ، 1 mol من الرابطة (=).

∴ المول من هذا المركب يحتوى على 3 mol من الرابطة باى.

وعليه يلزم 3 mol من الهيدروجين لتشبع 1 mol من هذا المركب.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٩ عند إضافة 1 mol من جزيئات البروم إلى المركب: $CH_2=CH-CH_2-C\equiv CH$
في درجة حرارة منخفضة يتكون مركب ....

ⓐ $CH_2=CH-CH_2-CBr=CHBr$
ⓑ $BrCH_2-CHBr-CH_2-C\equiv CH$
ⓒ $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CBr_3$
ⓓ $CH_3-CBr_2-CH_2-C\equiv CH$

فكرة الحل :

إضافة 1 mol من Br_2 إلى هذا المركب، يتسبب في كسر 1 mol من الرابطة باى ضمن الرابطة الثلاثية (≡) الأكثر نشاطًا من الرابطة الثنائية (=).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

١٠ عند معالجة المركب (X) بوفرة من ماء البروم يتكون مركب 2، 2، 3، 3– رباعى بروموبيوتان.
ما اسم المركب (X)؟

(أ) 1– بيوتاين. (ب) 2– بيوتاين.
(ج) 1– بيوتين. (د) 2– بيوتين.

فكرة الحل :

∵ إضافة ماء البروم إلى مركب 1– بيوتاين يؤدى إلى تفرع البروم على ذرتى الكربون 1 ، 2

$$\underset{\text{1-بيوتاين}}{H-C\equiv C-CH_2-CH_3} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H-\overset{Br}{C}=\overset{Br}{C}-CH_2-CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} \underset{\text{1,1,2,2-رباعى بروموبيوتان}}{H-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_2-CH_3}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ إضافة ماء البروم إلى مركب 2– بيوتاين يُعبر عنه كالتالى :

$$\underset{\text{2-بيوتاين}}{H_3C-C\equiv C-CH_3} + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H_3C-\underset{Br}{C}=\underset{Br}{C}-CH_3 \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} \underset{\text{2,2,3,3-رباعى بروموبيوتان}}{H_3C-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_3}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١١ عند تفاعل المركب العضوى (A) مع المادة (B) فى وجود $H_2SO_4 + HgSO_4$ مع التسخين تتكون المادة (C) التى يمكن أكسدتها إلى حمض الإيثانويك.
ما الصيغة الكيميائية للمركب (A)؟

ⓐ C_2H_4 ⓑ C_2H_2 ⓒ C_3H_4 ⓓ C_4H_6

فكرة الحل :

∵ حمض الإيثانويك ينتج عن أكسدة الأسيتالدهيد.

$$\underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك (حمض الإيثانويك)}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ المادة (C) هى أسيتالدهيد.

∵ الأسيتالدهيد ينتج عن الهيدرة الحفزية للإيثاين C_2H_2

$$\underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} \underset{\text{إيثانال (أسيتالدهيد)}}{CH_3-CHO_{(l)}}$$

∴ المركب (A) هو الإيثاين C_2H_2

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٢ أيًا مما يأتى لا يتفاعل مع الإيثاين؟

ⓐ HCl ⓑ Mg ⓒ H_2O ⓓ Br_2

فكرة الحل :

∵ **الإيثاين يتفاعل مع كل مما يأتى بالإضافة :**

• مع HCl :

$$C_2H_{2(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow H_2C=CHCl_{(g)} \xrightarrow{HCl} CH_3-CHCl_{2(l)}$$

• مع H_2O :

$$C_2H_{2(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60°C]{H_2SO_4(40\%)} CH_3-CHO_{(l)}$$

• مع Br_2 :

$$C_2H_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH=CHBr_{(l)} \xrightarrow[CCl_4]{+Br_2} Br-\overset{Br}{CH}-\overset{Br}{CH}-Br_{(l)}$$

∴ تستبعد الاختيارات ⓐ، ⓒ، ⓓ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٣ يمكن التمييز بين الإيثين و الإيثاين باستخدام ....

(أ) البروم المذاب فى CCl_4

(ب) محلول $KMnO_4$ فى وسط قلوى.

(ج) محلول $AgNO_3$ النشادرية.

(د) الهيدروجين فى وجود النيكل المجزأ.

فكرة الحل :

∵ لون البروم المذاب فى CCl_4 يزول عند إمراره فى كل من الإيثين والإيثاين.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ محلول $KMnO_4$ فى وسط قلوى يؤكسد كل من الإيثين والإيثاين، فيزول لونه.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الإيثين والإيثاين يتفاعلا مع الهيدروجين (بالإضافة) فى وجود النيكل المجزأ لتكوين الإيثان.

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)



Worked Examples

الهيدروكربونات الحلقية

أولاً الهيدروكربونات الحلقية المشبعة

١ الصيغة الجزيئية C_6H_{12} تعبر عن كل مما يلى، عدا ....

(أ) الهكسين.

(ب) الهكسان.

(ج) الهكسان الحلقى.

(د) 2- ميثيل -1- بنتين.

فكرة الحل :

∵ الصيغة العامة لهذه الصيغة الجزيئية : C_nH_{2n}

∴ هذه الصيغة الجزيئية تعبر عن ألكين أو ألكان حلقى (وليس عن ألكانات).

وعليه يتم استبعاد الاختيارات (أ) ، (ج) ، (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٢ كل المركبات الآتية حلقية، عدا ....

ⓐ C_5H_{12} ⓑ C_4H_8 ⓒ C_6H_6 ⓓ C_6H_{12}

فكرة الحل :

∵ الصيغتين C_4H_8 ، C_6H_{12} يمكن أن تعبرا عن مركبين من المركبات الحلقية المشبعة.

∴ يستبعد الاختيارين ⓑ ، ⓓ

∵ الصيغة C_6H_6 تعبر عن مركب أروماتى (البنزين العطرى).

∴ يستبعد الاختيار ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

٣ أمامك أربعة ألكانات حلقية :




(4) (3) (2) (1)

ما الترتيب التنازلى الصحيح لهذه المركبات حسب استقرارها النسبى ؟

ⓐ (1) > (2) > (3) > (4).

ⓑ (2) > (4) > (1) > (3).

ⓒ (4) > (3) > (2) > (1).

ⓓ (2) > (1) > (4) > (3).

فكرة الحل :

∵ أكثر هذه الألكانات الحلقية استقرارًا هو الهكسان الحلقى (المركب (2)).

∴ يستبعد الاختياران (a) ، (c)

∵ البنتان الحلقى (المركب (4)) أكثر استقرارًا من البيوتان الحلقى (المركب (1)).

∴ يستبعد الاختيار (d)

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٤ أيًا مما يأتى يعبر عن معلومة علمية صحيحة ؟

(أ) كسر الروابط فى السيكلوبنتان أسهل من كسرها فى السيكلوبروبان.

(ب) الصيغة الجزيئية للسيكلوبنتان هى نفس الصيغة الجزيئية للبنتين.

(ج) درجة غليان السيكلوبنتان أعلى من درجة غليان البنتان العادى.

(د) الزاوية بين روابط الكربون وبعضها فى جزىء السيكلوبنتان تساوى 109.5°

فكرة الحل :

∵ السيكلوبنتان أكثر استقرارًا من السيكلوبروبان.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الصيغة العامة C_nH_{2n} تعبر عن سلسلتى الألكينات الأليفاتية والألكانات الحلقية.

∴ الصيغة الجزيئية للسيكلوبنتان هى نفس الصيغة الجزيئية للبنتين.

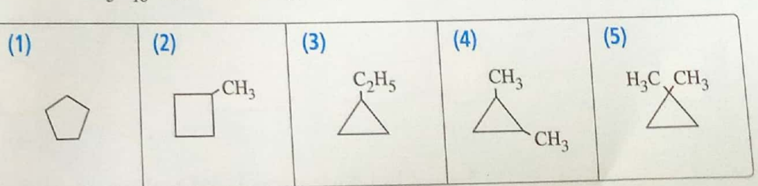
الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٥ ما عدد أيزومرات الألكانات الحلقية التى صيغتها الجزيئية C_5H_{10} ؟

(a) 5 (b) 4 (c) 3 (d) 2

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية للألكانات الحلقية التى صيغتها الجزيئية C_5H_{10} :



الحل : الاختيار الصحيح : (a)

ثانيًا الهيدروكربونات الحلقية غير المشبعة

٦ أيًا من الهيدروكربونات الأروماتية الآتية كتلته المولية تساوى 128 g/mol ؟ [C = 12 , H = 1]

(أ) الطولوين. (ب) الأنثراسين.

(ج) النفثالين. (د) البنزين العطرى.

فكرة الحل :

يلزم تحديد الصيغة البنائية والصيغة الجزيئية لكل مركب، ومن ثم حساب الكتلة المولية لكل منها :

الاختيارات	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
المركب	الطولوين	الأنثراسين	النفثالين	البنزين العطرى
الصيغة البنائية	CH_3			
الصيغة الجزيئية	C_7H_8	$C_{14}H_{10}$	$C_{10}H_8$	C_6H_6
الكتلة المولية	$(12 \times 7) + (1 \times 8)$ = 92 g/mol	$(12 \times 14) + (1 \times 10)$ = 178 g/mol	$(12 \times 10) + (1 \times 8)$ = 128 g/mol	$(12 \times 6) + (1 \times 6)$ = 78 g/mol

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٧ الصيغة الأولية لمركب النفثالين هى ....

(a) CH_2 (b) C_5H_4

(c) C_2H (d) C_2H_4

فكرة الحل :

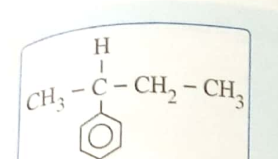
∵ الصيغة الجزيئية للنفثالين : $C_{10}H_8$

∴ الصيغة الأولية للنفثالين : C_5H_4

النفثالين

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

تسمية مشتقات البنزين



٨ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

(أ) 2– سيكلوهكسيل بيوتان.

(ب) 2– فينيل بيوتان.

(جـ) 3– سيكلوهكسيل بيوتان.

(د) 3– فينيل بيوتان.

فكرة الحل :

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على 4 ذرات كربون.

∴ خاتمة اسم المركب : بيوتان.

∵ مجموعة الفينيل تتفرع من ذرة الكربون رقم 2

∴ تسمية الأيوباك للمركب : 2– فينيل بيوتان.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٩ الصيغة البنائية المقابلة : لمركب ثنائى فينيل ميثان.

ما عدد الأيزومرات المحتملة عند استبدال ذرة هيدروجين واحدة من جزىء هذا المركب بذرة كلور ؟

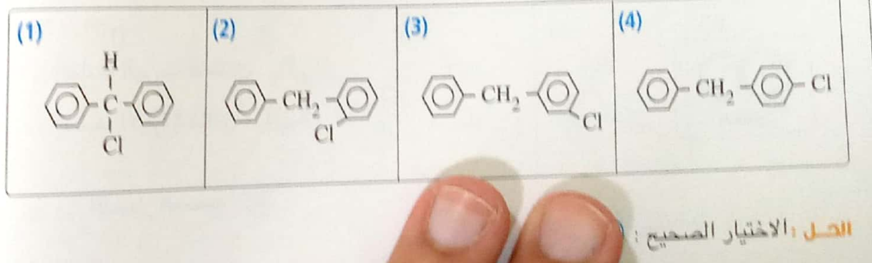
$C_6H_5 - CH_2 - C_6H_5$

(a) 8 (b) 7

(c) 6 (d) 4

فكرة الحل :

الأيزومرات المحتملة لهذا المركب، هى :



الحل : الاختيار الصحيح :

١٠ ما عدد احتمالات الأيزومرات المختلفة لمركب ثنائى إيثيل بنزين ؟

(a) 2 (b) 3

(c) 4 (d) 5

فكرة الحل :

الأيزومرات المحتملة، هى :

(3)	(2)	(1)
C_2H_5 (بارا)، C_2H_5	C_2H_5 (ميتا)، C_2H_5	C_2H_5 (أورثو)، C_2H_5

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

Worked Examples

الصيغة البنائية للبنزين العطرى

١ الروابط بين ذرات الكربون تكون متساوية الطول فى مركب ....

(أ) 2- بيوتين. (ب) بروباين.
(ج) 1- بيوتين. (د) بنزين.

فكرة الحل :

∵ مركبى 2- بيوتين ($H_3C-CH=CH-CH_3$)، 1- بيوتين ($H_2C=CH-CH_2-CH_3$) يحتوى الجزىء الواحد من كل منهما على رابطة واحدة مزدوجة ورابطتين أحاديتين بين ذرات الكربون.

∴ الروابط بين ذرات الكربون لن تكون متساوية الطول.

وعليه يستبعد الاختياران (أ)، (ج)

∵ مركب البروباين ($HC\equiv C-CH_3$) يحتوى الجزىء الواحد منه على رابطة واحدة ثلاثية ورابطة واحدة أحادية بين ذرات الكربون.

∴ الروابط بين ذرات الكربون لن تكون متساوية الطول.

وعليه يستبعد الاختيار (ب)

∵ الروابط الستة بين ذرات الكربون فى جزىء البنزين متماثلة وطولها وسط بين طول الرابطة الأحادية وطول الرابطة المزدوجة.

∴ الروابط فى جزىء البنزين تكون متساوية الطول.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢ أيًا مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة للبنزين العطرى ؟

(أ) يتضمن نوعين ثابتين من الروابط بين ذرات الكربون.
(ب) مركب غير مشبع يتفاعل بالإضافة غالبًا.
(ج) لا تتمركز إلكترونات الرابطة π عند ذرات كربون معينة.
(د) عند استبدال ذرة هيدروجين فيه بذرة كلور فيمكنه تكوين 3 أيزومرات.

فكرة الحل :

∵ ذرات الكربون الستة فى جزىء البنزين العطرى ترتبط مع بعضها بثلاث روابط أحادية بالتبادل مع ثلاث روابط مزدوجة.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تفاعلات الإضافة فى البنزين تتم بصعوبة.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الحلقة الموجودة داخل الشكل السداسى للبنزين تدل على عدم تمركز الإلكترونات الستة عند ذرات كربون معينة.

∴ إلكترونات الرابطة π لا تتمركز عند ذرات كربون معينة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٣ الزاوية بين روابط ذرات الكربون فى جزىء البنزين تكون أقل مما بين روابط ذرتى الكربون فى جزىء الإيثاين وأكبر مما بين روابط ذرتى الكربون فى جزىء الإيثان.
ما مقدار الزاوية بين روابط ذرات الكربون فى جزىء البنزين ؟

(a) 60° (b) 109.5° (c) 120° (d) 180°

فكرة الحل :

∵ الزاوية بين روابط ذرتى الكربون فى جزىء الإيثاين C_2H_2 الخطى تساوى 180°
وبين روابط ذرتى الكربون فى أى ألكان عادى (كالإيثان) تساوى 109.5°

∴ مقدار الزاوية بين روابط ذرات كربون جزىء البنزين سوف تكون أقل من 180° وأكبر من 109.5°

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

تحضير البنزين

٤ قطران الفحم مصدر أساسى للمركبات ....

(أ) الأروماتية. (ب) الأليفاتية.
(ج) الحلقية المشبعة. (د) الحلقية غير المتجانسة.

فكرة الحل :

المركبات الأروماتية مثل البنزين العطرى تنتج من التقطير التجزيئى لقطران الفحم والذى ينتج من التقطير الإتلافى للفحم الحجرى.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٥ ما ناتجي إعادة التشكيل المحفز لكل من الهبتان العادي و الأوكتان العادي؟

الاختيارات	الهبتان العادي	الأوكتان العادي
①	طولوين	إيثيل بنزين
ⓑ	إيثيل بنزين	طولوين
ⓙ	طولوين	بنزين
ⓓ	بنزين	إيثيل بنزين

فكرة الحل :

بنفس كيفية طريقة إعادة التشكيل المحفز للهكسان العادي :

$$\underset{\text{هكسان عادى}}{CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)}} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + 4H_{2(g)}$$

فإنه يمكن إعادة التشكيل المحفز للهبتان العادى (C_7H_{16}) والأوكتان العادى (C_8H_{18}) بنزع 4 mol من H_2 من جزىء كل منهما، كالتالى :

- $C_7H_{16} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{طولوين}}{C_6H_5CH_3} + 4H_2$
- $C_8H_{18} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{إيثيل بنزين}}{C_6H_5C_2H_5} + 4H_2$

الحل : الاختيار الصحيح : ①

٦ يعتبر البنزين بوليمر لمركب ....

① الميثان.　　ⓑ الإيثان.

ⓙ الإيثيلين.　　ⓓ الإيثاين.

فكرة الحل :

البنزين ينتج من البلمرة الثلاثية للإيثاين C_2H_2

$$\underset{\text{إيثاين}}{3C_2H_{2(g)}} \xrightarrow[\text{Ni tube}]{\text{red hot}} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٧ يقوم الخارصين بدور العامل المختزل في كل مما يأتي عدا ....

① عملية الجلفنة.　　ⓑ خلية الزئبق.

ⓙ الحماية الأنودية.　　ⓓ تحضير البنزين من حمض الكربوليك.

فكرة الحل :

يظهر دور العامل المختزل في التفاعلات الكيميائية و الكهروكيميائية، بينما عملية الجلفنة يتم فيها تغطية أسطح الفلزات بطبقة من الخارصين لحمايتها من الصدأ.

الحل : الاختيار الصحيح : ①

٨ يمكن الحصول على البنزين بشكل مباشر من كل مما يأتي عدا ....

① بنزوات الصوديوم.　　ⓑ الهكسان العادى.

ⓙ الفينول.　　ⓓ كربيد الكالسيوم.

فكرة الحل :

∵ البنزين يُحضر من التقطير الجاف لملح بنزوات الصوديوم في وجود الجير الصودي.

$$\underset{\text{بنزوات الصوديوم}}{C_6H_5COONa_{(s)}} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + Na_2CO_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار ①

∵ البنزين يُحضر من الهكسان العادى بطريقة إعادة التشكيل المحفز.

$$\underset{\text{هكسان عادى}}{CH_3-(CH_2)_4-CH_{3(l)}} \xrightarrow[Pt]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + 4H_{2(g)}$$

∴ يستبعد الاختيار ⓑ

∵ البنزين يُحضر من إمرار بخار الفينول على مسحوق الزنك الساخن.

$$\underset{\text{فينول}}{C_6H_5OH_{(v)}} + Zn_{(s)} \xrightarrow[\text{reduction}]{\Delta} \underset{\text{بنزين}}{C_6H_{6(v)}} + ZnO_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار ⓙ

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

الخواص الفيزيائية للبنزين



١ الشكل المقابل : يُعبر عن عملية احتراق الهيدروكربون السائل (X)، كل مما يأتي من خواص السائل (X)، عدا أن (إنه) ....

Ⓐ درجة غليانه $80^\circ C$

Ⓑ أقل كثافة من الماء.

Ⓒ رائحته تشبه رائحة زيت البترول.

Ⓓ يصعب امتزاجه بالإيثانول.

فكرة الحل :

كل من الإيثاين والبنزين العطرى يحترقا بلهب مدخن.

∵ الهيدروكربون (X) يتواجد فى الحالة السائلة.

∴ الهيدروكربون (X) هو البنزين العطرى.

∵ البنزين العطرى درجة غليانه $80^\circ C$

∴ يستبعد الاختيار Ⓐ

∵ البنزين العطرى لا يمتزج بالماء بالإضافة إلى أنه سائل متطاير.

∴ يستبعد الاختيار Ⓑ

∵ البنزين العطرى ذو رائحة عطرية مميزة.

∴ يستبعد الاختيار Ⓒ

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓓ

الخواص الكيميائية للبنزين

أيا مما يأتى يُميز المركب الناتج من هدرجة البنزين العطرى ؟

Ⓐ نشط جدًا.

Ⓑ الزوايا بين الروابط فيه تقترب من 180°

Ⓒ صيغته الأولية CH_2

Ⓓ غير قابل للاشتعال.



فكرة الحل :

هدرجة البنزين العطرى تكون الهكسان الحلقى.



∵ الهكسان الحلقى من المركبات التى تتميز بثبات واستقرار يقارب استقرار الهكسان العادى.

∴ يستبعد الاختيار Ⓐ

∵ مقدار الزاوية الداخلية بين كل رابطتين فى الهكسان الحلقى تقترب من 109.5°

∴ يستبعد الاختيار Ⓑ

∵ الصيغة الجزيئية للهكسان الحلقى : C_6H_{12}

∴ صيغته الأولية : CH_2

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓒ

١١ أيا مما يأتى يوضح تأثير إضافة ماء البروم إلى كل من الإيثين والبنزين العطرى ؟

الاختيارات	مع الإيثين	مع البنزين العطرى
Ⓐ	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل
Ⓑ	يحدث تفاعل	يحدث تفاعل
Ⓒ	يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل
Ⓓ	لا يحدث تفاعل	يحدث تفاعل

فكرة الحل :

∵ ماء البروم يتفاعل مع الإيثين بالإضافة مما يتسبب فى زوال لونه.

$$H_2C=CH_{2(g)} + Br_{2(l)} \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2-CH_2Br_{(l)}$$

إيثين — 2,1- ثنائى بروموإيثان (عديم اللون)

∴ يستبعد الاختياران Ⓐ ، Ⓓ

∵ الإلكترونات الستة فى حلقة البنزين العطرى لا تتمركز عند ذرات كربون معينة، وبالتالى لا تتمركز الروابط المزدوجة داخل الحلقة وهو ما يؤدى إلى ثبات حلقة البنزين.

∴ لا يتفاعل البنزين مع ماء البروم بالإضافة.

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓒ

(١٢) ما عدد الروابط π فى الجزىء الواحد من الجامكسان ؟

ⓐ 12 ⓑ 6 ⓒ 3 ⓓ zero

فكرة الحل :

يتضح من الصيغة البنائية المقابلة للجامكسان أن كل الروابط فيه من النوع سيجما.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

(١٣) الهالوألكان الحلقى المستخدم كمبيد حشرى يُعرف باسم ....

(أ) DDT
(ب) الجامكسان.
(ج) كلوروهكسان حلقى.
(د) الهالوثان.

فكرة الحل :

∵ مركب DDT يستخدم كمبيد حشرى وهو من مركبات هاليدات الأريل وليس من (الهالوألكانات الحلقية).

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الجامكسان يستخدم كمبيد حشرى وهو عبارة عن مركب سداسى كلوروهكسان حلقى.

∴ الجامكسان من مركبات الهالوألكانات الحلقية المستخدمة كمبيدات حشرية.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

(١٤) أيا من الصيغ البنائية الآتية تعبر عن مركب DDT ؟

ⓐ	ⓑ
ⓒ	ⓓ

فكرة الحل :

مركب DDT هو اختصار ثنائى كلورو ثنائى فينيل ثلاثى كلوروايثان.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

(١٥) أيا من المعادلات الآتية تعتبر تطبيقًا لتفاعل فريدل/كرافت ؟

ⓐ $C_6H_6 + C_2H_5Cl \xrightarrow[\text{anhydrous}]{AlCl_3} C_6H_5C_2H_5 + HCl$

ⓑ $C_2H_5OH + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl + H_2O$

ⓒ $C_6H_5Cl + CH_3COCl \xrightarrow[\text{anhydrous}]{AlCl_3} C_6H_5COCH_3 + Cl_2$

ⓓ $C_2H_5Br + KOH \longrightarrow C_2H_5OH + KBr$

فكرة الحل :

تفاعل (فريدل / كرافت) يتم فيه استبدال ذرة هيدروجين فى حلقة البنزين بمجموعة الكيل مثل $-CH_3$ أو $-C_2H_5$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓐ

(١٦) ماذا يحدث عند اتصال حلقة بنزين بمجموعة ميثيل ؟

(أ) يجعلها توجه المتفاعل الآخر لموضع وحيد (ميتا).
(ب) يُسهل تفاعل المركب بالإحلال.
(ج) يجعلها توجه المتفاعل الآخر لموضع وحيد (أرثو).
(د) يُصعب تفاعل المركب بالإحلال.

فكرة الحل :

∵ مجموعات الألكيل توجه للموضعين أرثو و بارا.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ج)

∵ يسهل حدوث تفاعلات الإحلال فى البنزين

∴ عند ارتباط إحدى ذرات الكربون فى البنزين بمجموعة ميثيل فإنه يسهل تفاعل هذا المركب بالإحلال.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

(١٧) المركب أرثو-كلوروميثيل بنزين ينتج من ....

(أ) اختزال الفينول ثم هلجنة الناتج.

(ب) هلجنة الطولوين.

(ج) اختزال الفينول ثم ألكلة الناتج.

(د) ألكلة الطولوين.

فكرة الحل :

∵ مجموعة الميثيل ($-CH_3$) موجهة للموضعين أرثو و بارا.

$$2C_6H_5CH_{3(l)} + 2Cl_{2(g)} \xrightarrow{Fe} o\text{-}ClC_6H_4CH_{3(l)} + p\text{-}ClC_6H_4CH_{3(l)} + 2HCl_{(g)}$$

∴ مركب أرثو-كلوروميثيل بنزين ينتج من هلجنة الطولوين.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

عند نيترة المركب C_6H_5Y ينتج مركب ميتا عندما تكون (Y) ....

(a) $-Cl$ (b) $-CH_3$

(c) $-COOH$ (d) $-OH$

فكرة الحل :

∵ كل من مجموعات $-OH$ ، $-CH_3$ ، $-Cl$ موجهة للموضعين أرثو و بارا.

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

ما وجه التشابه بين تفاعل النيترة و تفاعل السلفنة؟

(أ) كلاهما من تفاعلات الإضافة.

(ب) كلاهما يستخدم فيه حمض الكبريتيك المركز.

(ج) كلاهما من تفاعلات النزع.

(د) كلاهما يستخدم فيه حمض النيتريك.

فكرة الحل :

∵ تفاعلات النيترة والسلفنة تُعد من تفاعلات الاستبدال (وليست من تفاعلات الإضافة أو النزع).

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ج)

∵ حمض الكبريتيك المركز يستخدم في كل من تفاعلات النيترة والسلفنة، كما يتضح من المعادلتين الآتيتين :

$$C_6H_{6(l)} + HNO_{3(l)} \xrightarrow[50^\circ C]{conc.\ H_2SO_4} C_6H_5NO_{2(l)} + H_2O_{(l)}$$

$$C_6H_{6(l)} + H_2SO_{4(l)} \xrightarrow{conc.} C_6H_5SO_3H_{(l)} + H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

المنظفات الصناعية

(٢٠) أيًا مما يأتي يعتبر صحيحًا بالنسبة لبيانات الشكل المقابل؟

(أ) (C) يمثل بقعة زيت ، (A) يمثل ذيل كاره للماء.

(ب) (D) يمثل الوسط المائي ، (B) يمثل ذيل كاره للماء.

(ج) (C) يمثل الرأس ، (B) يمثل الذيل.

(د) (D) يمثل المنظف الصناعي ، (C) يمثل البقعة الدهنية.

فكرة الحل :

في الشكل الموضح، يمثل :

- (A) : رأس المنظف الصناعي المحب للماء.
- (B) : ذيل المنظف الصناعي الكاره للماء.
- (C) : البقعة الدهنية.
- (D) : الوسط المائي.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

(٢١) المركب الموضح بالشكل المقابل : يمثل ....

(أ) المنظف الصناعي في البنزين.

(ب) المنظف الصناعي في الماء.

(ج) المنظف الصناعي قبل استعماله.

(د) الصابون في الماء.

فكرة الحل :

يتأين المنظف الصناعي عند إضافته للماء.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

Worked Examples

مشتقات الهيدروكربونات

(١) الجدول المقابل : يوضح الصيغ الكيميائية لأربعة مركبات من سلسلة الأمينات الأولية.
ما الصيغة العامة للأمينات الأولية ؟

الصيغة الكيميائية	اسم المركب
CH_3NH_2	ميثيل أمين
$CH_3CH_2NH_2$	إيثيل أمين
$CH_3(CH_2)_2NH_2$	بروبيل أمين
$CH_3(CH_2)_3NH_2$	بيوتيل أمين

(a) $C_nH_{2n+2}NH_2$
(b) $C_nH_{2n+1}NH_2$
(c) $C_nH_{2n-1}NH_2$
(d) $C_nH_{2n+1}CHNH_2$

فكرة الحل :

الصيغة العامة للألكانات : C_nH_{2n+2}

∵ الأمينات الأولية تشتق من الألكانات باستبدال ذرة هيدروجين بمجموعة أمين $-NH_2$

$$\underset{\text{ألكان}}{R-H} \xrightarrow[+NH_2]{-H} \underset{\text{أمين أولي}}{R-NH_2}$$

∴ الصيغة العامة للأمينات الأولية : $C_nH_{2n+1}NH_2$

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

(٢) أيًا من المركبات الآتية يحتوى على المجموعة الفعالة $-O-$ ؟

(أ) حمض الأسيتيك.
(ب) الكحول الميثيلي.
(ج) إيثر ثنائي الفينيل.
(د) أسيتون.

فكرة الحل :

المجموعة الفعالة $-O-$ توجد في الإيثرات.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

(٣) ما تسمية الأيوباك للمركب : Cl_3C-CH_2CHO ؟

(أ) 3،3،3– ثلاثي كلوروبروبانال.
(ب) 1،1،1– ثلاثي كلوروبروبانال.
(ج) 2،2،2– ثلاثي كلوروبروبانال.
(د) كلورال.

فكرة الحل :

الصيغة البنائية لهذا المركب ...

∵ ذرة كربون المجموعة الفعالة (CHO) ...

∴ ذرات Cl تتفرع من ذرة الكربون رقم 3

الحل : الاختيار الصحيح : ( )

(٤) ما وجه التشابه بين اليوريا و الأسيتون ؟

(أ) كلاهما من الكيتونات.
(ب) كلاهما يحتوي على مجموعة كربونيل.
(ج) كلاهما له نفس الكتلة المولية.
(د) كلاهما يمكن تحضيره من سيانات الأمونيوم.

فكرة الحل :

يتضح من الصيغة البنائية لكل من اليوريا والأسيتون أن كلاهما يحتوي على مجموعة كربونيل ($C=O$).

اليوريا | الأسيتون

الحل : الاختيار الصحيح : ( )

(٥) عند هيدرة البروباين في وجود حمض H_2SO_4 المخفف و $HgSO_4$ الساخن يتكون ....

(أ) البروبانال.
(ب) كبريتات البروبيل الهيدروجينية.
(ج) البروبانول.
(د) البروبانون.

فكرة الحل :

المعادلة الآتية تعبر عن الهيدرة الحفزية للبروباين :

$$H_3C-C\equiv CH + H-OH \xrightarrow[HgSO_4 / 60^\circ C]{H_2SO_4} \left[CH_3-\underset{O-H}{C}=\overset{H}{C}-H \right] \xrightarrow[\text{ترتيب}]{\text{إعادة}} CH_3-\underset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_3$$

بروباين — مركب غير مستقر — البروبانون

الحل : الاختيار الصحيح : ( )

٦ أيا من المركبات الآتية تعتبر أيزومرات للألدهيدات التى لها نفس عدد ذرات الكربون ؟

(أ) الكيتونات. (ب) الإثيرات.
(جـ) الكحولات. (د) الأحماض الكربوكسيلية.

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية والصيغ الجزيئية لخمسة مركبات تحمل نفس عدد ذرات الكربون من السلاسل المتجانسة المختلفة الموضحة بالسؤال.

ألدهيد	كيتون	إثير	كحول	حمض كربوكسيلى
CH_3CH_2CHO	CH_3COCH_3	$CH_3CH_2OCH_3$	$CH_3CH_2CH_2OH$	CH_3CH_2COOH
C_3H_6O	C_3H_6O	C_3H_8O	C_3H_8O	$C_3H_6O_2$

∵ الأيزومرات تتفق فى نفس الصيغة الجزيئية وتختلف فى الصيغة البنائية.
∴ الكيتونات تعتبر أيزومرات للألدهيدات التى لها نفس عدد ذرات الكربون.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٧ أيا من المركبات الآتية يتضمن رابطة واحدة من النوع $(C-O)$ ؟

(أ) الكيتونات. (ب) الألدهيدات.
(جـ) الكحولات. (د) الإثيرات.

فكرة الحل :

الجدول التالى يوضح المجموعات الفعالة للمركبات الأربعة :

الاختيارات	(أ)	(ب)	(جـ)	(د)
المركبات	الكيتونات	الألدهيدات	الكحولات	الإثيرات
المجموعة الفعالة	$-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-$	$-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-H$	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-OH$	$-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-O-\overset{\vert}{\underset{\vert}{C}}-$

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

الكحولات

٨ ما تسمية الأيوباك لهذا المركب : $(CH_3)_2CH-CH_2OH$ ؟

(أ) كحول أيزوبيوتيلى. (ب) 2– ميثيل –1– بروبانول.
(جـ) 1– ميثيل –2– بروبانول. (د) 2– بيوتانول.

فكرة الحل :

يتضح من الصيغة البنائية المقابلة لهذا المركب أن :
- مجموعة $OH-$ تتصل بذرة الكربون رقم 1
- مجموعة CH_3- تتفرع من ذرة الكربون رقم 2

$$CH_3-\underset{CH_3}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH$$

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٩ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

$$CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CH_2CH_2CH_2-\underset{Br}{\overset{Br}{C}}-CH_3$$

(أ) 6،6– ثنائى برومو –2– هبتانول.
(ب) 2،2– ثنائى برومو –6– هبتانول.
(جـ) 6،6– ثنائى برومو –2– هبتانال.
(د) 2،2– ثنائى برومو –6– هبتانون.

فكرة الحل :

∵ المركب يحتوى على المجموعة الفعالة $OH-$ فقط.
∴ المركب من الكحولات (وليس من الألدهيدات «التى تنتهى بالمقطع – ال» أو من الكيتونات «التى تنتهى بالمقطع – ون»).
وعليه يستبعد الاختياران (جـ) ، (د)

∵ مجموعة $OH-$ تتصل فيه بذرة الكربون رقم 2 وذرتى Br تتفرعا من ذرة الكربون رقم 6
∴ يستبعد الاختيار (ب)

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

١٠ ما عدد الأيزومرات الكحولية لمركب البيوتانول العادى ؟

(a) 2 (b) 3
(c) 4 (d) 5

فكرة الحل :

الصيغة الجزيئية للبيوتانول : C_4H_9OH

الجدول التالي يوضح أيزومرات البيوتانول التي صيغتها الجزيئية $C_4H_{10}O$

(1)
```
   H  CH3 H
   |  |   |
H- C -C - C -OH
   |  |   |
   H  H   H
```
(2)
```
   H  H  H  H
   |  |  |  |
H- C- C- C- C -H
   |  |  |  |
   H  H  OH H
```
(3)
```
   H  CH3 H
   |  |   |
H- C - C - C -H
   |  |   |
   H  OH  H
```

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

تصنيف الكحولات

11 ما الصيغة الكيميائية المعبرة عن مركب كلوريد الأيزوبيوتيل ؟

(a) $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$

(b) $(CH_3)_2CHCH_2Cl$

(c) $(CH_3)_3CCl$

(d) $CH_3CH_2CHClCH_3$

فكرة الحل :

مركبات هاليدات الأيزوألكيل تحتوى على : ذرة كربون مرتبطة بذرة هيدروجين واحدة ومجموعتي ميثيل $(-CH_3)$.

```
       CH3
       |
CH3 -  C  - CH2 - Cl
       |
       H
```
كلوريد أيزوبيوتيل

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

12 كل مما يأتي أيزومرات للجليسرول عدا ....

(a)
```
   OH    H  H
   |     |  |
H- C -O- C -C -OH
   |     |  |
   H     H  H
```
(b)
```
   H  H     OH
   |  |     |
H- C -C -O- C -OH
   |  |     |
   H  H     H
```
(c)
```
     OH H  H
     |  |  |
HO - C -C -C -H
     |  |  |
     OH H  H
```
(d)
```
   OH H  O
   |  |  ||
H- C -C -C -OH
   |  |
   H  H
```


فكرة الحل :

الصيغة الجزيئية للجليسرول : $C_3H_8O_3$

وفيما يلي الصيغ الجزيئية للمركبات الأربعة الموضحة بالاختيارات :

الاختيارات	(a)	(b)	(c)	(d)
الصيغة الجزيئية	$C_3H_8O_3$	$C_3H_8O_3$	$C_3H_8O_3$	$C_3H_6O_3$

```
   H  H  H
   |  |  |
H- C- C- C -H
   |  |  |
   OH OH OH
```
الجليسرول

∵ الصيغة الجزيئية للمركب الموضح بالاختيار (d) ليست $C_3H_8O_3$

∴ هذا المركب لا يعتبر من أيزومرات الجليسرول.

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

13 أيًا مما يأتي يعبر عن عدد كل من مجموعات الكاربينول الأولية والثانوية في الجليسرول ؟

الاختيارات	مجموعة كاربينول أولية	مجموعة كاربينول ثانوية
أ	1	2
ب	2	1
ج	3	–
د	–	3

فكرة الحل :

∵ مجموعة الكاربينول الأولية هي التي تتصل ذرة الكربون فيها بذرة كربون واحدة وبذرتي هيدروجين، بينما مجموعة الكاربينول الثانوية هي التي تتصل ذرة الكربون فيها بذرتي كربون أخرتين وذرة هيدروجين واحدة.

```
   H  H  H
   |  |  |
H- C- C- C -H
   |  |  |
   OH OH OH
```

∴ عدد مجموعات الكاربينول الأولية = 2

وعدد مجموعات الكاربينول الثانوية = 1

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

Worked Examples

تحضير الإيثانول فى الصناعة

1 المعادلات الآتية غير كاملة و غير موزونة :

(1) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \longrightarrow C_2H_5OH_{(aq)} + A$

(2) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + B$

(3) $C_6H_{12}O_{6(aq)} \longrightarrow A + B$

أيا مما يأتى يعبر عن الناتجين (A)، (B) ونوع التفاعل (3)؟

الاختيارات	الناتج (A)	الناتج (B)	نوع التفاعل (3)
أ	ماء	ثانى أكسيد الكربون	تخمر كحولى
ب	ثانى أكسيد الكربون	ماء	تخمر كحولى
ج	ماء	ثانى أكسيد الكربون	احتراق
د	ثانى أكسيد الكربون	ماء	احتراق

فكرة الحل :

∵ التخمر الكحولى للجلوكوز يكوِّن إيثانول وغاز ثانى أكسيد الكربون.

$$\underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_{6(aq)}} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} \underset{\text{إيثانول}}{2C_2H_5OH_{(l)}} + 2CO_{2(g)}$$

∴ الناتج (A) : CO_2

وعليه يتم استبعاد الاختيارين (أ)، (ج)

∵ عملية تكاثف جزىء من الفركتوز مع آخر من الجلوكوز (وكلاهما صيغته الجزيئية $C_6H_{12}O_6$) تؤدى إلى تكوين جزىء من السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$

$$2C_6H_{12}O_{6(aq)} \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ الناتج (B) : H_2O

وبمعلومية (A)، (B) نستنتج أن التفاعل (3) هو تفاعل احتراق.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

2 يحضر الإيثانول من الجلوكوز بالعملية (X) ومن الإيثين بالعملية (Y) ومن الإيثانال بالعملية (Z). ما العمليات (X)، (Y)، (Z)؟

الاختيارات	العملية (X)	العملية (Y)	العملية (Z)
أ	تخمر كحولى	إضافة	اختزال
ب	تقطير تجزيئى	إضافة	أكسدة
ج	تخمر كحولى	تقطير بسيط	اختزال
د	تقطير تجزيئى	تقطير بسيط	أكسدة

فكرة الحل :

∵ الإيثانول يحضر من الجلوكوز بعملية التخمر الكحولى.

$$\underset{\text{جلوكوز}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{zymase enzyme}]{\text{yeast}} \underset{\text{إيثانول}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2$$

∴ يستبعد الاختياران (ب)، (د)

∵ الإيثانول يحضر من الإيثين بإضافة الماء فى وجود عامل حفاز.

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH}$$

∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

3 أيا من المركبات الآتية يتفاعل مع الماء فى وجود عامل حفاز لإنتاج كحول صيغته الجزيئية C_3H_8O؟

(a) CH_3CHCH_2 (b) $CH_3CHCHCH_3$ (c) $CH_3CH_2CH_3$ (d) CH_3CH_2COOH

فكرة الحل :

∵ الألكين يتفاعل مع الماء فى وجود عامل حفاز مكونًا كحول.

∴ يتفاعل المركب CH_3CHCH_2 مع الماء فى وجود عامل حفاز، تبعًا للمعادلة التالية :

$$CH_3-CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CH_3$$

الصيغة الجزيئية للكحول الناتج : C_3H_8O

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

④ أيا من المركبات الآتية يتفاعل مع حمض الكبريتيك المركز و الماء لتكوين الكحول الأيزوبروبيلى ؟

Ⓐ الإيثيلين، Ⓑ الأيزوبروبين،

Ⓒ البروبلين، Ⓓ 2– ميثيل بروبين،

فكرة الحل :

∵ الكحول الأيزوبروبيلى (كحول ثانوى) يتم تحضيره بالهيدرة الحفزية للبروبلين، تبعًا المعادلة الآتية :

$$CH_3-CH=CH_{2(g)}+H_2O_{(l)}\xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4}CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_{3(l)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

⑤ تتعدد الاستخدامات الصناعية لخليط ....

Ⓐ الإيثانول و الميثانول

Ⓑ الفينول و الميثانول

Ⓒ الإيثانول و الفينول

Ⓓ 1– بروبانول و الإيثانول

فكرة الحل :

خليط الإيثانول والميثانول المعروف باسم الكحول المحول (السبرتو الأحمر) يستخدم كوقود منزلى وفى بعض الصناعات الكيميائية.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

تحضير الإيثانول فى المعمل

⑥ أيا مما يأتى يعبر عن الترتيب الصحيح لقطبية جزيئات RX وسهولة تحللها المائى فى وسط قلوى ؟

سهولة التحلل المائى فى وسط قلوى	قطبية جزيئات RX	الاختيارات
RBr > RCl > RI	RI > RBr > RCl	(a)
RCl > RBr > RI	RBr > RCl > RI	(b)
RI > RBr > RCl	RCl > RBr > RI	(c)
RCl > RBr > RI	RCl > RBr > RI	(d)

فكرة الحل :

∵ السالبية الكهربية لكل من Cl > Br > I

∴ قطبية RCl > RBr > RI

وعليه يستبعد الاختيارين (a) ، (b)

∵ كلما قلت قطبية RX كلما ازدادت سهولة تحللها المائى فى الوسط القلوى،

∴ التحلل المائى لجزىء RI > RBr > RCl

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

⑦ ما المادة التى تتفاعل مع بروميد الإيثيل لتكوين مادة تستخدم فى تحضير غاز الإيثيلين ؟

Ⓐ الإيثانول، Ⓑ H_2SO_4 مخفف،

Ⓒ KOH مائية، Ⓓ KOH كحولية،

فكرة الحل :

∵ بروميد الإيثيل لايتفاعل مع أيا من الإيثانول أو حمض H_2SO_4 المخفف،

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ بروميد الإيثيل يتفاعل مع KOH المائية مكونًا الإيثانول الذى يستخدم فى تحضير غاز الإيثيلين

• $C_2H_5Br_{(l)}+KOH_{(aq)}\xrightarrow{\Delta}C_2H_5OH_{(aq)}+KBr_{(aq)}$

• $C_2H_5OH\xrightarrow[180^\circ C]{conc.\ H_2SO_4}C_2H_{4(g)}+H_2O_{(v)}$

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

⑧ المخطط التالى يوضح تحول الإيثين إلى المركب (Y) عبر التفاعلين (A) ، (B) :

الإيثين —HBr التفاعل (A)→ المركب (X) —$NaOH_{(aq)}$ التفاعل (B)→ المركب (Y)

أيا مما يأتى يعبر عن التفاعلين (A) ، (B) والمركبين (X) ، (Y) ؟

الاختيارات	التفاعل (A)	المركب (X)	التفاعل (B)	المركب (Y)
(أ)	إضافة	برومو إيثان	إضافة	إيثانول
(ب)	إضافة	برومو إيثان	استبدال	إيثانول
(ج)	استبدال	برومو إيثين	تعادل	حمض إيثانويك
(د)	استبدال	برومو إيثين	استبدال	هيدروكسيد الإيثين

فكرة الحل :

∵ الإيثين يتفاعل مع بروميد الهيدروجين بالإضافة مكونًا بروموإيثان (بروميد الإيثيل).

$$C_2H_{4(g)} + HBr_{(g)} \longrightarrow C_2H_5Br_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (ج) ، (د)

∵ بروموإيثان (المركب X) يتفاعل مع المحلول المائى من NaOH بالاستبدال (وليس بالإضافة) مكونًا إيثانول.

$$\underset{\text{بروموإيثان (بروميد الإيثيل)}}{C_2H_5Br_{(l)}} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{إيثانول (كحول أولى)}}{C_2H_5OH_{(aq)}} + NaBr_{(aq)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

الخواص الفيزيائية للكحولات

٩ كل مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لخواص الإيثانول، عدا إنه (أن) ....

(أ) سائل أخف من الماء.
(ب) سائل سريع التبخر.
(ج) درجة غليانه أقل من درجة غليان الماء.
(د) يرتبط بالبنزين بروابط هيدروجينية.

فكرة الحل :

∵ الإيثانول سائل خفيف سهل التطاير.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ درجة غليان الإيثانول 78°C، بينما درجة غليان الماء 100°C

∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

١٠ أيا مما يأتى يعبر عن درجة غليان كل من الميثانول و الإيثان ؟

الاختيارات	درجة غليان الميثانول	درجة غليان الإيثان
a	64.7°C	88.6°C
b	– 64.7°C	– 64.7°C
c	– 64.7°C	88.6°C
d	64.7°C	– 88.6°C

فكرة الحل :

* الأفراد الثلاثة الأولى من الكحولات تتميز عن الألكانات المقابلة لها بارتفاع درجة غليانها لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية.

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

١١ كل مما يأتى يُعد صحيحًا بالنسبة لمجموعة الهيدروكسيل فى الكحولات الأليفاتية، عدا إنها ....

(أ) مجموعة متأينة.
(ب) مجموعة قطبية.
(ج) مجموعة تُكوِّن رابطة تساهمية.
(د) تعمل كمجموعة فعالة.

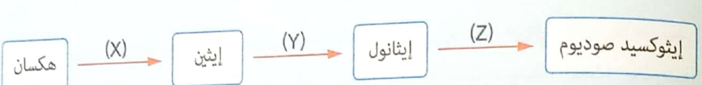
فكرة الحل :

مجموعة الهيدروكسيل $(-OH)$ الموجودة فى الكحولات (كمجموعة فعالة) تختلف عن مجموعة الهيدروكسيد $(-OH^-)$ الموجودة فى القواعد، فى أن مجموعة الهيدروكسيل لا تحمل شحنة سالبة كاملة بل هى مجموعة قطبية، وترتبط مع مجموعات الألكيل R برابطة تساهمية، على عكس مجموعة الهيدروكسيد السالبة التى ترتبط مع الكاتيون برابطة أيونية.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

الخواص الكيميائية للكحولات

١٢ من المخطط التالى :



أيا مما يأتى يعبر عن العمليات (X) ، (Y) ، (Z) ؟

الاختيارات	(X)	(Y)	(Z)
(أ)	تكسير حرارى حفزى	تخمر كحولى	أكسدة
(ب)	تكسير حرارى حفزى	هيدرة حفزية	استبدال
(ج)	هدرجة	تخمر كحولى	أكسدة
(د)	هدرجة	هيدرة حفزية	استبدال

فكرة الحل :

∵ عملية تحويل مركب من الألكانات طويلة السلسلة (كالهكسان) إلى جزيئات أصغر وأخف (كالإيثين والبيوتان) تعرف باسم التكسير الحرارى الحفزى.

$$C_6H_{14(l)} \xrightarrow[cat]{\Delta / P} C_2H_{4(g)} + C_4H_{10(g)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (ج) ، (د)

∵ عملية تحويل الإيثين إلى إيثانول تعرف بعملية الهيدرة الحفزية.

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110°C]{H_2SO_4} C_2H_5OH_{(aq)}$$

إيثانول

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١٣ ما المادة المستخدمة فى تحضير مركب CH_3I بشكل مباشر؟

(a) CH_3OH (b) C_2H_5OH

(c) CH_3CHO (d) $(CH_3)_2CO$

فكرة الحل :

بنفس كيفية تحضير C_2H_5Cl من تفاعل الإيثانول مع حمض HCl المركز فى وجود كلوريد الخارصين كعامل حفاز.

$$C_2H_5OH_{(l)} + HCl_{(l)} \xrightarrow{ZnCl_2} C_2H_5Cl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

فإن CH_3I يحضر من تفاعل الميثانول مع حمض HI المركز فى وجود عامل حفاز.

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

١٤ ينتج H_2O من كل التفاعلات الآتية عدا ....

(أ) الاحتراق غير الكامل للإيثاين.

(ب) تفاعل حمض الإيثانويك مع الإيثانول.

(ج) أكسدة الإيثانال.

(د) نيترة البنزين العطرى.

فكرة الحل :

∵ الاحتراق غير الكامل للإيثاين يكون مصحوبًا بتكوين بخار ماء.

$$2C_2H_{2(g)} + 3O_{2(g)} \xrightarrow[\text{كمية محدودة}]{\Delta} 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(v)} + 2C_{(s)}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تفاعل أسترة حمض الإيثانويك مع الإيثانول يكون مصحوبًا بتكوين ماء.

$$CH_3COOH_{(l)} + C_2H_5OH_{(l)} \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_{5(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ أكسدة الإيثانال تكون حمض الإيثانويك فقط.

$$CH_3CHO \xrightarrow{[O]} CH_3COOH$$

∴ أكسدة الإيثانال لا تكون مصحوبة بإنتاج H_2O

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

١٥ يستخدم محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز فى الكشف عن كل مما يأتى، عدا ....

(a) SO_2 (b) C_2H_5OH

(c) CH_3CHO (d) CO_2

فكرة الحل :

∵ عند تعرض ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز لغاز ثانى أكسيد الكبريت المتصاعد فإنها تخضَّر، لتكون مادة كبريتات الكروم (III) (خضراء اللون).

$$K_2Cr_2O_{7(aq)} + 3SO_{2(g)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow K_2SO_{4(aq)} + Cr_2(SO_4)_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ محلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريتيك المركز يستخدم فى أكسدة كل من الإيثانول والأسيتالدهيد، حيث يتغير لون ثانى كرومات البوتاسيوم من البرتقالى إلى الأخضر.

∴ يستبعد الاختيارين (b) ، (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (d)

١٦ في المخطط المقابل : ما الذى يمثله التفاعلين (X) ، (Y) على الترتيب ؟

$C_2H_4 \xleftarrow{(Y)} C_2H_6O \xrightarrow{(X)} C_2H_4O_2$

أ) تفاعل أكسدة / تفاعل احتراق.
ب) تفاعل تعادل / تفاعل اختزال.
ج) تفاعل أكسدة / تفاعل نزع ماء.
د) تفاعل اختزال / تفاعل بلمرة.

فكرة الحل :

∵ تحول الإيثانول إلى حمض إيثانويك يتم بالأكسدة.

$$\underset{\text{كحول إيثيلى}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك (حمض إيثانويك)}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ (X) يمثل تفاعل أكسدة.

وعليه يتم استبعاد الاختيارين ب ، د

∵ تحول الإيثانول إلى إيثين يتم بنزع جزىء ماء من كل جزىء كحول.

$$\underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(l)}} \xrightarrow[180°C]{conc\ H_2SO_4} \underset{\text{إيثين}}{C_2H_{4(g)}} + H_2O_{(v)}$$

∴ (Y) يمثل تفاعل نزع ماء.

وعليه يتم استبعاد الاختيار أ

الحل : الاختيار الصحيح : ج

١٧ الناتج الرئيسى من تسخين 2– بيوتانول مع حمض الكبريتيك المركز (at 180°C) ....

أ) 1– بيوتين.
ب) 2– بيوتين.
ج) 1– بيوتاين.
د) 2– بيوتاين.

فكرة الحل :

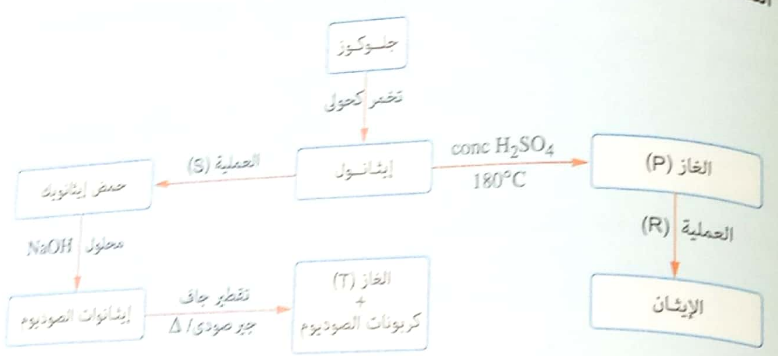
$$\underset{\text{2– بيوتانول}}{H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{OH}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-H} \xrightarrow[180°C]{conc\ H_2SO_4} \underset{\text{2– بيوتين}}{H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{C}=\overset{H}{C}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-H} + H_2O$$

الحل : الاختيار الصحيح : ب

للإيضاح فقط

عند نزع الماء من جزىء كحول ثانوى، فإن هيدروچين الماء يكون مصدره ذرة الكربون المجاورة لمجموعة الكاربينول التى تحمل العدد الأقل من ذرات الهيدروچين

١٨ المخطط الآتى يوضح بعض التفاعلات الكيميائية :



ما هما العمليتين (S) ، (R) و الغازين (P) ، (T) ؟

الاختيارات	العملية (S)	العملية (R)	الغاز (P)	الغاز (T)
أ	أكسدة	هيدرة حفزية	إيثين	إيثان
ب	أكسدة	هدرجة حفزية	إيثين	ميثان
ج	اختزال	هدرجة حفزية	كبريتات إيثيل هيدروچينية	إيثان
د	إعادة تشكيل محفز	اختزال	إيثان	ميثان

فكرة الحل :

∵ تحول الإيثانول إلى حمض إيثانويك يمثل عملية أكسدة.

$$\underset{\text{كحول إيثيلى}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك (حمض إيثانويك)}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ يستبعد الاختيارين ج ، د

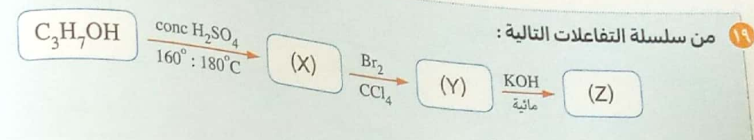
∵ التقطير الجاف لإيثانوات الصوديوم اللامائية فى وجود الجير الصودى يُكوِّن الميثان.

$$\underset{\text{أسيتات الصوديوم}}{CH_3COONa_{(s)}} + NaOH_{(s)} \xrightarrow[\Delta]{CaO} \underset{\text{الميثان}}{CH_{4(g)}} + Na_2CO_{3(s)}$$

∴ الغاز (T) هو غاز الميثان.

الحل : الاختيار الصحيح : ب

١٩ من سلسلة التفاعلات التالية :



ما تسمية الأيوباك للمركب (Z) ؟

ⓐ 1 ، 1 – ثنائى هيدروكسى بروبان.

ⓑ بروباين.

ⓒ 1 ، 2 – ثنائى هيدروكسى بروبان.

ⓓ بروبلين جليكول.

فكرة الحل :

تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع البروبانول عند درجة حرارة $180^\circ C$ يؤدى إلى نزع جزىء ماء مكونًا البروبين (X).

$$CH_3-CH_2-CH_2OH \xrightarrow[180^\circ C]{conc\ H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2+H_2O$$

ويتفاعل البروبين مع ماء البروم بالإضافة مكونًا مركب 1 ، 2– ثنائى بروموبروبان (Y).

$$H_2C=CH-CH_3+Br_2 \xrightarrow{CCl_4} H-\underset{Br}{\overset{H}{C}}-\underset{Br}{\overset{H}{C}}-CH_3$$

∵ مركب 1 ، 2– ثنائى بروموبروبان يتحلل مائيًا فى وسط قلوى، تبعًا للمعادلة التالية :

$$H-\underset{Br}{\overset{H}{C}}-\underset{Br}{\overset{H}{C}}-CH_3+2KOH_{(aq)} \xrightarrow{\Delta} H-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-CH_3+2KBr$$

∴ يتكون مركب : 1 ، 2– ثنائى هيدروكسى بروبان (Z).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

٢٠ يستخدم المركب (X) فى عمليات التخدير حاليًا وهو ينتج من تفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة $140^\circ C$

ما الصيغة الجزيئية للمركب (X) ؟

ⓐ $CHCl_3$ ⓑ $C_2H_5.HSO_4$

ⓒ $C_2H_5OC_2H_5$ ⓓ C_2H_4

فكرة الحل :

يتفاعل الإيثانول مع حمض الكبريتيك المركز عند درجة حرارة $140^\circ C$، تبعًا للمعادلة التالية :

$$\underset{\text{إيثانول}}{2C_2H_5OH_{(l)}} \xrightarrow[140^\circ C]{conc\ H_2SO_4} \underset{\text{إثير ثنائى الإيثيل}}{C_2H_5OC_2H_{5(g)}}+H_2O_{(v)}$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

الأهمية الاقتصادية للكحولات

٢١ الشكل المقابل : يوضح عملية تزويد سيارة بوقود يتميز بكفاءة احتراق عالية ويقلل من كمية الغازات المسببة لظاهرة الاحتباس الحرارى.

ما المادتين (A) ، (B) المكونتين لهذا الوقود ؟



الاختيارات	المادة (A)	المادة (B)
ⓐ	إيثانول	ميثانول
ⓑ	جازولين	إيثانول
ⓒ	جازولين	أيزوأوكتان
ⓓ	ميثانول	أيزوأوكتان

فكرة الحل :

∵ خليط الإيثانول والميثانول يعرف بالكحول المحول وهو يستخدم كوقود منزلى، وفى بعض الصناعات الكيميائية.

∴ يستبعد الاختيار ⓐ

∵ الجازولين يتم خلطه بالإيثانول فى بعض البلدان لإنتاج وقود للسيارات.

∴ الوقود المستخدم عبارة عن خليط من الجازولين والإيثانول.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

٢٢ محلول مكون من المادتين (A)، (B) بنسبة 1 : 1 حجمًا يغلى عند درجة حرارة $129^\circ C$ ويتجمد عند $-37^\circ C$

ما المادتان (A)، (B)؟

(أ) ماء وسكر جلوكوز.
(ب) إيثانول وإيثيلين جليكول.
(ج) ماء وإيثيلين جليكول.
(د) إيثانول و1– بروبانول.

فكرة الحل :

∵ إضافة سكر الجلوكوز إلى الماء تزيد من درجة غليانه وتقلل من درجة تجمده بما لا يزيد عن $2^\circ C$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ درجة غليان الإيثانول $78.5^\circ C$ ودرجة غليان الإيثيلين جليكول $197^\circ C$

∴ الخليط المكون منهما بنسبة 1 : 1 لن تكون درجة غليانه $129^\circ C$ $\left(137.75^\circ C = \frac{197 + 78.5}{2}\right)$

وعليه يتم استبعاد الاختيار (ب)

∵ الماء والإيثيلين جليكول يستخدم كمادة مانعة للتجمد.

∴ درجة تجمد هذا المزيج يمكن أن تنخفض إلى $-37^\circ C$

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٢٣ **الصيغة البنائية المقابلة :**
تعبر عن أحد المركبات العضوية.
أيا مما يأتى يعبر عن هذا المركب؟

(أ) يستخدم كمادة مرطبة للجلد.
(ب) يكسب الأقمشة مزيدًا من النعومة.
(ج) يستخدم حديثًا فى إزالة المبانى الخالفة.
(د) من المركبات الحلقية غير المتجانسة.

فكرة الحل :

∵ المركب الموضح (ثلاثى نيتروجليسرين) يستخدم فى صناعة المتفجرات.

∴ يمكن استخدامه فى تفجير المبانى الخالفة.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

Worked Examples

تصنيف الفينولات

١ من تسميات مركب 1، 2، 3– ثلاثى هيدروكسى بنزين ....

(أ) الكريزول.
(ب) البيروجالول.
(ج) الكاتيكول.
(د) حمض البكريك.

فكرة الحل :

∵ يتضح من الصيغة البنائية المقابلة للمركب،

أنه البيروجالول.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

طرق تحضير الفينول

٢ عند تسخين مركب الكلوروبنزين مع $NaOH$ تحت ضغط عند $300^\circ C$ يتكون ....

(أ) مركب هيدروكسيلى أروماتى.
(ب) ألدهيد أروماتى.
(ج) البنزين العطرى.
(د) كلوروفينول.

فكرة الحل :

يُعبر عن التفاعل الحادث بالمعادلة التالية :

$$C_6H_5Cl_{(l)} + NaOH_{(aq)} \xrightarrow[300\ atm]{300^\circ C} C_6H_5OH_{(v)} + NaCl_{(aq)}$$

كلوروبنزين — فينول

المركب الناتج (الفينول) مركب هيدروكسيلى أروماتى.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٣ عند تسخين إثير يحتوى على مجموعة ألكيل ومجموعة فينيل مع هاليد هيدروجين، يتكون ....

(أ) هاليد ألكيل + فينول
(ب) كحول + هاليد أريل
(ج) هاليد ألكيل + هاليد أريل + ماء
(د) كحول + فينول

فكرة الحل :

يمكن تمثيل التفاعل الحادث بالمعادلة التالية :

$$R - O - Ar + H - X \longrightarrow R - X + Ar - O - H$$

هاليد ألكيل   فينول

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

الخواص الفيزيائية للفينول

٤ ما الحالة الفيزيائية التى يتواجد عليها الفينول عند $25^\circ C$ ؟

(أ) بلورات صلبة. (ب) سائل شفاف.

(جـ) بخار متطاير. (د) محلول أصفر اللون.

فكرة الحل :

∵ درجة انصهار الفينول $43^\circ C$

∴ يتواجد الفينول عند درجة حرارة $25^\circ C$ فى الحالة الصلبة.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

الخواص الكيميائية للفينول

٥ أيًا من المواد الآتية تذوب فى الماء مكونة محلول قيمة pH له أقل من 7 ؟

(a) CH_3OH (b) C_6H_5OH

(c) C_2H_5OH (d) C_2H_2

فكرة الحل :

* المحاليل التى تكون قيمة pH لها أقل من 7 تكون حامضية.

∵ الميثانول والإيثانول مواد متعادلة (ليسا من الأحماض).

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (c)

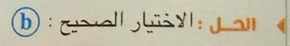
∵ غاز C_2H_2 لا يذوب فى الماء.

∴ يستبعد الاختيار (d)

∵ الفينول (C_6H_5OH) له خواص حامضية.

∴ قيمة pH لمحلول الفينول تكون أقل من 7

الحل : الاختيار الصحيح : (b)



٦ عند إمرار بخار الفينول على الخارصين الساخن يتكون ....

(أ) هيدروكربون أروماتى.

(ب) حمض عضوى.

(جـ) ألدهيد.

(د) فينات الخارصين.

فكرة الحل :

يُعبر عن التفاعل الحادث بالمعادلة التالية :

$$C_6H_5OH_{(v)} + Zn_{(s)} \xrightarrow[\text{reduction}]{\Delta} C_6H_{6(v)} + ZnO_{(s)}$$

فينول   بنزين

المركب الناتج (البنزين العطرى) من الهيدروكربونات الأروماتية.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٧ أيًا مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة للفينول $(K_a = 1.6 \times 10^{-10})$ ؟

(أ) أقل حامضية من الإيثانول.

(ب) أقل حامضية من حمض الكربونيك $(K_a = 4.3 \times 10^{-7})$.

(جـ) أكثر حامضية من حمض HCOOH $(K_a = 1.77 \times 10^{-4})$.

(د) أكثر حامضية من حمض HCl

فكرة الحل :

∵ الفينول يتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم، بينما لا يتفاعل الإيثانول مع هيدروكسيد الصوديوم.

∴ حامضية الفينول أقوى من حامضية الإيثانول.

وعليه يتم استبعاد الاختيار (أ)

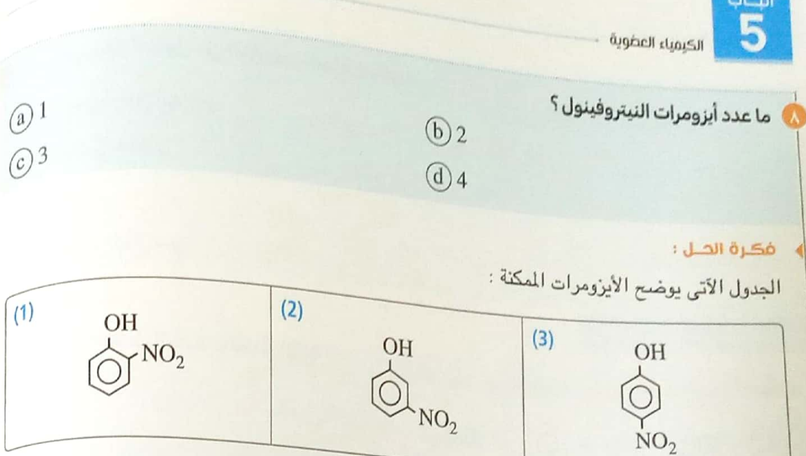
∵ قيمة K_a للفينول أقل مما لحمض الكربونيك.

∴ حامضية الفينول أقل من حامضية حمض الكربونيك.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

⑧ ما عدد أيزومرات النيتروفينول ؟

(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4



فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الأيزومرات الممكنة :

(1)	(2)	(3)
OH, NO_2 (أورثو)	OH, NO_2 (ميتا)	OH, NO_2 (بارا)

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

⑨ الشكل المقابل : يوضح روابط التشابك فى أحد البوليمرات.

أيًا مما يأتى يعبر عن هذا البوليمر ؟

(أ) موصل جيد للكهرباء.

(ب) يلين بتأثير الحرارة.

(ج) يتكون من عملية بلمرة بالتكاثف مع فقد جزيئات HCl

(د) يعتبر نوعًا من البلاستيك الشبكى.

فكرة الحل :

الشكل يعبر عن بوليمر الباكليت الناتج من تكاثف الفينول مع الفورمالدهيد.

∵ الباكليت عازل جيد للكهرباء.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الباكليت يتحمل درجات الحرارة العالية.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الباكليت ينتج من عملية بلمرة بالتكاثف ويفقد فيها جزيئات H_2O (وليس HCl).

∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

⑩ أيًا من المركبات الآتية تكون عملية نيترته هى الأصعب ؟

(أ) البنزين العطرى. (ب) النيتروبنزين.

(ج) الطولوين. (د) الفينول.

فكرة الحل :

∵ يمكن نيترة البنزين العطرى، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_{6(l)} + HNO_{3(l)} \xrightarrow[50^\circ C]{conc\ H_2SO_4} C_6H_5NO_{2(l)} + H_2O_{(l)}$$

بنزين — نيتروبنزين

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ يمكن نيترة الطولوين، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_5CH_{3(l)} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow[\Delta]{conc\ H_2SO_4} CH_3C_6H_2(NO_2)_{3(s)} + 3H_2O_{(v)}$$

ميثيل بنزين (طولوين) — ثلاثى نيتروطولوين (TNT)

∴ يستبعد الاختيار (ج)

∵ يمكن نيترة الفينول، تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_5OH_{(l)} + 3HNO_{3(l)} \xrightarrow{conc\ H_2SO_4} OHC_6H_2(NO_2)_{3(s)} + 3H_2O_{(l)}$$

فينول — ثلاثى نيتروفينول «حمض البكريك»

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

ملحوظة

عملية نيترة مركب النيتروبنزين أصعب من نيترة مركب البنزين العطرى، لأن مجموعة $(-NO_2)$ ساحبة للإلكترونات، وهو ما يقلل من السحابة الإلكترونية على حلقة البنزين وبالتالى يصبح التفاعل أصعب (أبطأ) نسبيًا

الكشف عن الفينول

⑪ أيًا مما يأتي يعبر عن المشاهدات الصحيحة لتفاعل محلول $FeCl_3$ مع كل من المحاليل المائية لمركبات هيدروكسيد الصوديوم ، الفينول ، ثيوسيانات الأمونيوم ؟

الاختيارات	هيدروكسيد الصوديوم	الفينول	ثيوسيانات الأمونيوم
(أ)	محلول بنى محمر	محلول أحمر اللون	راسب أحمر دموى
(ب)	محلول عديم اللون	محلول عديم اللون	راسب أحمر دموى
(جـ)	راسب بنى محمر چيلاتينى	محلول بنفسجى اللون	محلول عديم اللون
(د)	راسب بنى محمر چيلاتينى	محلول بنفسجى اللون	محلول أحمر دموى

فكرة الحل :

∵ محلول $FeCl_3$ يتفاعل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم مكونًا راسب بنى محمر چيلاتينى من $Fe(OH)_3$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \longrightarrow 3NaCl_{(aq)} + Fe(OH)_{3(s)}$$

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ محلول $FeCl_3$ يتفاعل مع محلول ثيوسيانات الأمونيوم مكونًا محلول لونه أحمر دموى من $Fe(SCN)_3$

$$FeCl_{3(aq)} + 3NH_4SCN_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)_{3(aq)} + 3NH_4Cl_{(aq)}$$

∴ يستبعد الاختيار (جـ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

ما عدد مولات البروم اللازمة للتفاعل مع 3 mol من الفينول، وما لون المركب الناتج ؟

الاختيارات	عدد مولات البروم	لون المركب الناتج
(أ)	3 mol	أبيض
(ب)	9 mol	بنفسجى
(جـ)	6 mol	بنفسجى
(د)	9 mol	أبيض

فكرة الحل :

يتفاعل البروم مع الفينول تبعًا للمعادلة التالية :

$$C_6H_5OH + 3Br_2 \xrightarrow{CCl_4} C_6H_2Br_3OH + 3HBr$$

2، 4، 6-ثلاثى بروموفينول

1 mol ← 3 mol

3 mol ← ? mol

∵ عدد مولات Br_2 اللازمة للتفاعل مع 3 mol من الفينول = $3 \times 3 = 9$ mol

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (جـ)

∵ المركب الناتج (2،4،6-ثلاثى بروموفينول) عبارة عن راسب أبيض اللون.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

⑬ يمكن التمييز بين الفينول و الإيثانول بكل مما يأتى عدا ....

(أ) ماء البروم.

(ب) فلز الصوديوم.

(جـ) دليل عباد الشمس.

(د) محلول كلوريد الحديد (III).

فكرة الحل :

∵ الفينول يتفاعل مع ماء البروم مكونًا راسب أبيض، بينما الإيثانول لا يتفاعل مع ماء البروم.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الصوديوم يتفاعل مع كل من الفينول والإيثانول وتتصاعد فى الحالتين فقاعات من غاز الهيدروجين.

- $2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$
- $2C_6H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_6H_5ONa + H_2$

∴ الصوديوم لا يصلح للتمييز بين الفينول والإيثانول.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

Worked Examples

تصنيف الأحماض الكربوكسيلية

١ ما القانون العام للأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية أحادية القاعدية ؟

ⓐ C_nH_nCOOH
ⓑ $C_nH_{2n}COOH$
ⓒ $C_nH_{2n-1}COOH$
ⓓ $C_nH_{2n}O_2$

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية والجزيئية لثلاثة أحماض كربوكسيلية أحادية القاعدية :

الحمض	حمض الأسيتيك	حمض البروبانويك	حمض البيوتانويك
الصيغة البنائية	CH_3COOH	C_2H_5COOH	C_3H_7COOH
الصيغة الجزيئية	$C_2H_4O_2$	$C_3H_6O_2$	$C_4H_8O_2$

يتضح من الجدول السابق أن جزيء أى حمض كربوكسيلى أليفاتى أحادى القاعدية يحتوى على ذرتى O وأن عدد ذرات H فيه ضعف عدد ذرات C

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

٢ أيًا مما يأتى يعتبر من المواد الفينولية ؟

Ⓐ حمض الفثاليك و حمض البكريك.
Ⓑ حمض الكربوليك و النفثالين.
Ⓒ حمض السلسليك و البيروجالول.
Ⓓ حمض التيرفثاليك و حمض الفثاليك.

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية للمركبات الموضحة بالاختيارات :

حمض الفثاليك	حمض البكريك	حمض الكربوليك	النفثالين	حمض السلسليك	البيروجالول	حمض التيرفثاليك
$C_6H_4(COOH)_2$ (COOH, COOH على حلقة البنزين)	OH, O_2N, NO_2, NO_2 على حلقة البنزين	OH على حلقة البنزين	حلقتان بنزين ملتحمتان	COOH, OH على حلقة البنزين	OH, OH, OH على حلقة البنزين	$HO-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-OH$

∴ حمض الفثاليك ليس من المواد الفينولية.
∴ يستبعد الاختيارين Ⓐ ، Ⓓ
∴ النفثالين ليس من المواد الفينولية.
∴ يستبعد الاختيار Ⓑ

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓒ

٣ تتفاعل جميع الأحماض الآتية مع كل من حمض الهيدروكلوريك المخفف ومحلول هيدروكسيد الصوديوم كل على حدى - عدا ....

Ⓐ 2- هيدروكسى حمض بيوتانويك.
Ⓑ حمض الفثاليك.
Ⓒ حمض السيتريك.
Ⓓ 2- هيدروكسى حمض بروبانويك.

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ الكيميائية للأحماض الموضحة بالاختيارات الأربعة :

Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ
$C_2H_5-C(OH)(H)-COOH$	$C_6H_4(COOH)_2$ (COOH, COOH على حلقة البنزين)	$H-C(H)(COOH)-C(OH)(COOH)-C(H)(H)-COOH$	$CH_3-C(OH)(H)-COOH$
2- هيدروكسى حمض بيوتانويك	حمض الفثاليك	حمض السيتريك	2- هيدروكسى حمض بروبانويك

كل الأحماض السابقة - باستثناء حمض الفثاليك - تحتوى على مجموعة $(-OH)$ التى تتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف بالإضافة إلى مجموعة $(-COOH)$ التى تتفاعل مع هيدروكسيد الصوديوم.

الحل : الاختيار الصحيح : Ⓑ

٤ ما وجه التشابه بين حمض السلسليك وحمض اللاكتيك ؟ كلاهما ....

Ⓐ من الأحماض الأليفاتية.
Ⓑ من الأحماض الأروماتية.
Ⓒ يحتوى على نفس العدد من ذرات الأكسجين.
Ⓓ له نفس الصيغة الأولية.

COOH
OH
حمض السلسليك

$$H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{OH}{\underset{H}{C}}-COOH$$
حمض اللاكتيك

فكرة الحل :

∵ حمض السلسليك من الأحماض الأروماتية،
بينما حمض اللاكتيك من الأحماض الأليفاتية.
∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ب)
∵ كل من الحمضين يحتوى على مجموعة $(-COOH)$
ومجموعة $(-OH)$.
∴ كلاهما يحتوى على 3 ذرات أكسجين.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

تسمية الأحماض الكربوكسيلية

٥ ما اسم المركب الذى صيغته الكيميائية : $ClCH_2CH_2COOH$ ؟

(أ) 3 – كلورو حمض البروبانويك.
(ب) 1 – كلورو حمض البروبانويك.
(ج) 2 – كلورو حمض الإيثانويك.
(د) كلورو حمض السكسنيك.

فكرة الحل :

∵ حمض $ClCH_2CH_2COOH$ مشتق من حمض CH_3CH_2COOH
والمعروف باسم حمض البروبانويك.
∴ يستبعد الاختياران (ج) ، (د)
∵ ترقيم ذرات الكربون يبدأ من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.
∴ الكلور يتفرع من ذرة الكربون رقم 3

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٦ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل؟

COOH
Br Br Br

(أ) 7،5،3 – ثلاثى برومو حمض الأوكتانويك.
(ب) 6،4،2 – ثلاثى برومو حمض الهبتانويك.
(ج) 7،5،3 – ثلاثى برومو حمض الهكسانويك.
(د) 6،4،2 – ثلاثى برومو حمض النونانويك.

فكرة الحل :

∵ ترقيم ذرات الكربون يبدأ من ذرة كربون مجموعة الكربوكسيل.
∴ يتصل البروم بذرات الكربون أرقام 7،5،3
وعليه يتم استبعاد الاختيارين (ب) ، (د)
∵ السلسلة المستقيمة فى هذا المركب تتكون من 8 ذرات كربون
∴ المركب ينتهى بالمقطع : حمض الأوكتانويك

COOH
Br Br Br

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

تحضير حمض الأسيتيك

٧ يتم تحويل قصب السكر إلى حمض الأسيتيك، عن طريق ....

(أ) عملية أكسدة ثم عملية تخمر كحولى.
(ب) عملية أكسدة ثم عملية اختزال.
(ج) عملية تخمر كحولى ثم عملية أكسدة.
(د) عملية تخمر كحولى ثم بلمرة.

فكرة الحل :

يحضر حمض الأسيتيك من أكسدة محلول مخفف من الكحول الإيثيلى، والذى يتم تحضيره من التخمر الكحولى للمولاس المتبقى بعد استخلاص السكر من عصير القصب.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٨ يمكن استخدام المواد البادئة الآتية فى تحضير أنهيدريد حمض الأسيتيك عدا ....

(أ) كربيد الكالسيوم.
(ب) الإيثيلين.
(ج) الميثان.
(د) حمض الكربوليك.

فكرة الحل :

يُحضر أنهيدريد حمض الأسيتيك بنزع جزىء ماء من كل جزيئين من حمض الأسيتيك.
∵ كربيد الكالسيوم يتفاعل مع الماء مكونًا غاز الإيثاين.

$$CaC_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow H-C\equiv C-H_{(g)} + Ca(OH)_{2(aq)}$$

كربيد الكالسيوم — إيثاين

وبالهيدرة الحفزية لغاز الإيثاين يتكون الأسيتالدهيد الذى يتأكسد مكونًا حمض الأسيتيك.

$$\underset{\text{إيثاين}}{H-C\equiv C-H_{(g)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[HgSO_4/60^\circ C]{H_2SO_4(40\%)} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3-CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك}}{CH_3COOH_{(l)}}$$

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ الهيدرة الحفزية لغاز الإيثيلين تُكوّن الإيثانول، والذى يتأكسد مكونًا حمض الأسيتيك.

$$C_2H_{4(g)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow[110^\circ C]{H_2SO_4} \underset{\text{إيثانول}}{C_2H_5OH_{(aq)}} ،$$

$$\underset{\text{إيثانول}}{CH_3CH_2OH_{(l)}} \xrightarrow[-H_2O]{[O]} \underset{\text{أسيتالدهيد}}{CH_3CHO_{(l)}} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{حمض الأسيتيك (حمض إيثانويك)}}{CH_3COOH_{(l)}} ،$$

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ غاز الإيثاين يمكن تحضيره من الميثان.

$$\underset{\text{ميثان}}{2CH_{4(g)}} \xrightarrow[\text{تبريد سريع}]{1500^\circ C} \underset{\text{إيثاين}}{C_2H_{2(g)}} + 3H_{2(g)}$$

وبالهيدرة الحفزية لغاز الإيثاين يتكون الأسيتالدهيد الذى يتأكسد مكونًا حمض الأسيتيك.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

الخواص الفيزيائية للأحماض الأليفاتية

9 كل مما يأتى يُعبر عن خواص الأحماض الأليفاتية، عدا ....

الاختيارات	الحمض الأليفاتى	خواصه الفيزيائية
(أ)	الحمض (W) $C_3H_4O_2$	سائل عديم اللون، ذو رائحة نفاذة، يذوب فى الماء
(ب)	الحمض (X) $C_5H_{10}O_2$	سائل زيتى القوام عديم اللون، ذو رائحة كريهة
(ج)	الحمض (Y) CH_2O_2	غاز سام عديم اللون، ذو رائحة نفاذة
(د)	الحمض (Z) $C_{11}H_{22}O_2$	بللورات صلبة بيضاء اللون، تطفو على سطح الماء

فكرة الحل :

* الحمض (W) $CH_2=CHCOOH$ هو أول فرد فى سلسلة الأحماض الأليفاتية غير المشبعة.

∵ الأفراد الأربعة الأولى من الأحماض الأليفاتية تتميز بأنها سوائل كاوية ذات رائحة نفاذة وتامة الذوبان فى الماء.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

* الحمض (X) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$ هو من الأفراد المتوسطة فى الأحماض الأليفاتية.

∵ الأفراد المتوسطة تتميز بأنها سوائل زيتية القوام وكريهة الرائحة.

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ حمض (Y) HCOOH هو أول فرد فى سلسلة الأحماض الأليفاتية المشبعة.

∴ يتميز هذا الحمض بأنه سائل (وليس غاز).

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

10 ما درجة غليان كل من مركب 1– بروبانول و مركب حمض البروبانويك ؟

الاختيارات	درجة غليان 1– بروبانول	درجة غليان حمض البروبانويك
a	97°C	141.2°C
b	141.2°C	97°C
c	100°C	95°C
d	120°C	120°C

فكرة الحل :

∵ درجة غليان الكحول أقل من درجة غليان الحمض العضوى الذى يحتوى على نفس العدد من ذرات الكربون.

∴ درجة غليان 1– بروبانول (97°C) أقل من درجة غليان حمض البروبانويك (141.2°C).

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

11 درجة غليان الإيثانول أقل من درجة غليان ....

(أ) البروبان. (ب) حمض الفورميك.

(ج) إثير ثنائى الإيثيل. (د) الإيثين.

فكرة الحل :

∵ جزيئات البروبان وإثير ثنائي الإيثيل والإيثين لا ترتبط مع نفسها بروابط هيدروجينية، تتسبب في ارتفاع درجة غليانها.

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ج) ، (د)

∵ كل جزيء من حمض الفورميك يرتبط برابطتين هيدروجينيتين مع الجزيء الآخر، بينما كل جزيئين من الإيثانول يرتبطا برابطة هيدروجينية واحدة.

∴ درجة غليان الإيثانول أقل من درجة غليان حمض الفورميك.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

للإيضاح فقط

* درجة غليان الإيثانول : 78°C
* درجة غليان حمض الفورميك : 100.8°C

الخواص الكيميائية للأحماض الأليفاتية

١٢ بمعلومية K_a للأحماض التالية :

الحمض	C_6H_5COOH	$C_2H_2O_4$	CH_3COOH	$HCOOH$
K_a (at 25°C)	6.5×10^{-5}	5.9×10^{-2}	1.8×10^{-5}	1.8×10^{-4}

ما الترتيب الصحيح لقوة هذه الأحماض ؟

(أ) حمض الأكساليك < حمض البنزويك < حمض الأسيتيك < حمض الفورميك.
(ب) حمض الأسيتيك < حمض البنزويك < حمض الفورميك < حمض الأكساليك.
(ج) حمض البنزويك < حمض الأكساليك < حمض الفورميك < حمض الأسيتيك.
(د) حمض الأسيتيك < حمض الفورميك < حمض الأكساليك < حمض البنزويك.

فكرة الحل :

قوة الأحماض تتناسب طرديًا مع قيمة ثابت تأينها K_a

∵ أضعف هذه الأحماض هو حمض الأسيتيك CH_3COOH

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ج)

∵ أقوى هذه الأحماض هو حمض الأكساليك $(COOH)_2 \Leftarrow C_2H_2O_4$

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

١٣ **ما المركب الذي لا يذوب في حمض الأسيتيك ؟**

(أ) أكسيد الكالسيوم.
(ب) كربونات الكالسيوم.
(ج) أكسالات الكالسيوم.
(د) هيدروكسيد الكالسيوم.

فكرة الحل :

∵ مركبات أكسيد الكالسيوم وكربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الكالسيوم مواد قاعدية يتفاعل كل منها مع حمض الأسيتيك.

∴ تستبعد الاختيارات (أ) ، (ب) ، (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

١٤ **ما عدد مولات غاز الهيدروجين المتصاعد عند إضافة وفرة من فلز الصوديوم إلى مول واحد من جزيئات المركب المقابل ؟**

```
          COOH
          |
HOOCH2C - C - CH2COOH
          |
          CH2COOH
```

ⓐ 1 mol
ⓑ 2 mol
ⓒ 3 mol
ⓓ 4 mol

فكرة الحل :

∵ هذا المركب يحتوي المول منه على 4 mol من مجموعات الكربوكسيل (COOH–) ، وكل مول من الصوديوم يحل محل مول من ذرات هيدروجين مجموعات الكربوكسيل لتكون 1 mol من ذرات الهيدروجين.

∴ عدد مولات ذرات H الناتجة يساوي 4 mol (عدد مولات جزيئات H_2 يساوي 2 mol).

الحل : الاختيار الصحيح : ⓑ

١٥ **عند تفاعل حمض البيوتانويك مع الميثانول، يتكون ....**

ⓐ $C_2H_5COOC_2H_5$
ⓑ $C_3H_7COOC_2H_5$
ⓒ $CH_3COOC_3H_7$
ⓓ $C_3H_7COOCH_3$

فكرة الحل :

يعبر عن التفاعل الحادث بين حمض البيوتانويك والميثانول بالمعادلة التالية :

$$C_3H_7COOH + CH_3OH \longrightarrow C_3H_7COOCH_3 + H_2O$$

الحل : الاختيار الصحيح : ⓓ

الكشف عن حمض الأسيتيك

16 الشكل المقابل : يوضح الصيغة البنائية لأحد الأحماض الكربوكسيلية. كل مما يأتي يعتبر صحيحًا بالنسبة لهذا الحمض عدا إنه ....

```
      H   H
      |   |
O=C – C = C – C=O
  /           \
H–O           O–H
```

(أ) يتفاعل مع الهيدروجين بالتسخين في وجود النيكل كعامل حفاز.
(ب) قيمة pH له في محلول مائي تركيزه 1 M تكون أكبر مما لمحلول مائي من HCl له نفس التركيز.
(ج) يتفاعل محلوله المائي مع ملح كربونات الصوديوم.
(د) يمكن أكسدته باستخدام محلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمض.

فكرة الحل :

∵ المركب يحتوي على رابطة مزدوجة بين ذرتي كربون.
∴ يمكن كسر هذه الرابطة بإضافة الهيدروجين.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ هذا المركب يتبع مركبات الأحماض الكربوكسيلية وهي أحماض أضعف من الأحماض المعدنية كحمض HCl
∴ pH لهذا الحمض أكبر من pH لحمض HCl
∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الأحماض الكربوكسيلية تتفاعل مع ملح كربونات الصوديوم فيما يُعرف بكشف الحامضية.
∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

17 يمكن الكشف عن الأحماض الدهنية بكل مما يأتي، عدا ....

(أ) اختبار دليل الميثيل البرتقالي.
(ب) اختبار الأسترة.
(ج) اختبار الحامضية.
(د) اختبار ماء البروم.

فكرة الحل :

∵ الميثيل البرتقالي يتلون بلون أحمر في الوسط الحامضي.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ تفاعل الأحماض الدهنية مع الكحولات يكوّن مركبات لها رائحة ركية (إسترات).
∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ الأحماض الدهنية تتفاعل مع أيًا من ملحي كربونات أو بيكربونات الصوديوم ويكون التفاعل مصحوبًا بفوران لتصاعد غاز CO_2 الذي يعكر ماء الجير الرائق.
∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

تحضير حمض البنزويك

18 يستخدم أكثر أكاسيد الفاناديوم استقرارًا في أكسدة ....

(أ) البنزين إلى حمض البنزويك.
(ب) الإيثانول إلى حمض الإيثانويك.
(ج) الطولوين إلى حمض البنزويك.
(د) الأيزوبروبانول إلى الأسيتون.

فكرة الحل :

يتضح من التوزيع الإلكتروني للفاناديوم : $_{23}V : [Ar] , 3d^3 , 4s^2$
أن أكثر حالات تأكسده استقرارًا هي +5 عندما يفقد إلكترونات $4s$ ، $3d$
∴ أكثر أكاسيد الفاناديوم استقرارًا هو : V_2O_5

حمض البنزويك يُحضر بأكسدة الطولوين عند درجة حرارة 400°C وفي وجود خامس أكسيد الفاناديوم V_2O_5

$$2\,C_6H_5CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2\,C_6H_5COOH + 2H_2O$$

الطولوين ← حمض البنزويك

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

19 يمكن الحصول على حمض البنزويك من البنزين، بواسطة ....

(أ) ألكلة البنزين ، ثم أكسدة الناتج في وجود V_2O_5
(ب) نيترة البنزين ، ثم سلفنة الناتج.
(ج) كلورة البنزين ، ثم معالجة الناتج بحمض الكبريتيك.
(د) اختزال البنزين ، ثم إعادة التشكيل المحفزة للناتج.

فكرة الحل:

ينتج من تفاعل ألكلة البنزين (تفاعل فريدل كرافتس) مركب التولوين والذي يتأكسد بالهواء الجوي (عند 400°C) مكوناً حمض البنزويك.

$$C_6H_6 + CH_3Cl \xrightarrow{\text{anhydrous } AlCl_3} C_6H_5CH_3 + HCl$$

بنزين   تولوين

$$2C_6H_5CH_3 + 3O_2 \xrightarrow[400^\circ C]{V_2O_5} 2C_6H_5COOH + 2H_2O$$

التولوين   حمض البنزويك

الحل: الاختيار الصحيح: (أ)

الخواص الفيزيائية للأحماض الأروماتية

حمض البنزويك من الأحماض الأروماتية ودرجة انصهاره 122°C ودرجة غليانه 249°C

أيًا مما يأتي يعبر عن خاصية أخرى من الخواص الفيزيائية لحمض البنزويك؟

(أ) سائل شحيح الذوبان في الماء.

(ب) صلب يذوب بصعوبة في الماء.

(ج) صلب تذوب أي كمية منه في الماء في درجة حرارة الغرفة.

(د) سائل يسهل التصاقه بالجسم.

فكرة الحل:

∵ حمض البنزويك ينصهر عند 122°C ويغلي عند 249°C، أي أنه يتواجد في الحالة الصلبة عند درجة حرارة الغرفة (25°C).

∴ يستبعد الاختياران (أ)، (د)

∵ حمض البنزويك شحيح الذوبان في الماء.

∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل: الاختيار الصحيح: (ب)

الأحماض العضوية في حياتنا

مركبات النمل تسبب في حقن الجسم بحمض

(أ) الفورميك

(ب) الأسيتيك

(ج) الكربونيك

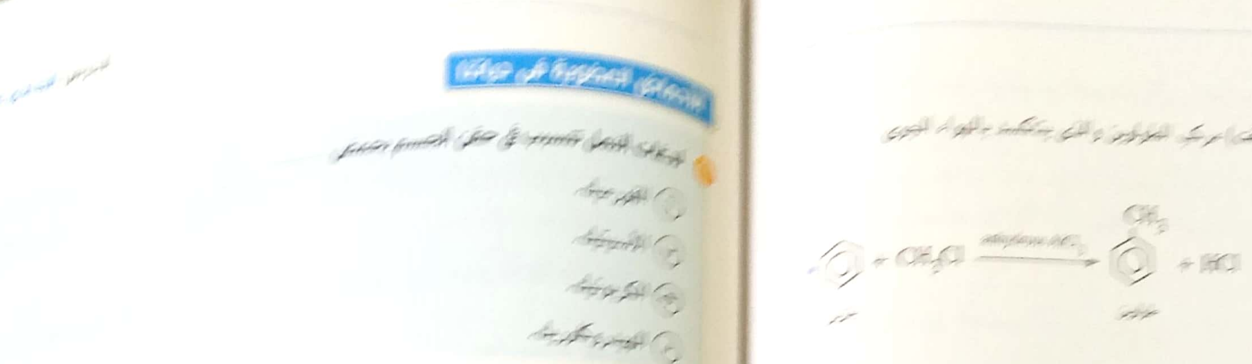
(د) الهيدروكلوريك

فكرة الحل:

اسم حمض الفورميك مشتق من الاسم اللاتيني للنمل ...

الحل: الاختيار الصحيح: (أ)

الشكل المقابل يوضح حشرة المن التي تتغذى على عصارة النباتات مسببة أضراراً فادحة، ما المبيد الحشري الآمن الذي يمكن استخدامه للقضاء على هذه الحشرة؟



(أ) حمض السيتريك   (ب) DDT

(ج) حمض الأسيتيك   (د) PVC

فكرة الحل:

∵ حمض السيتريك يستخدم في صناعة الأغذية المحفوظة ...

∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ DDT يستخدم كمبيد حشري، إلا أنه يؤثر على ...

∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ حمض الأسيتيك يستخدم كمادة أولية هامة في تحضير الكثير من المركبات ...

∴ حمض الأسيتيك يستخدم كمبيد حشري آمن لحشرة المن.

الحل: الاختيار الصحيح: (ج)

٢٣ ما اسم الحمض العضوى الذى يُستخدم ملحه الصوديومى كمادة حافظة فى صناعة المخللات ؟

(أ) حمض البنزويك. (ب) حمض الأسيتيك.
(ج) حمض اللاكتيك. (د) حمض الأسكوربيك.

فكرة الحل :

تستخدم بنزوات الصوديوم (0.1%) كمادة حافظة للأغذية المحفوظة، وهو يُحضر من تفاعل حمض البنزويك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم.

$$C_6H_5COOH_{(s)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow C_6H_5COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

حمض البنزويك — بنزوات الصوديوم

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٢٤ أيًا من الأحماض الآتية يعطى مذاق الليمون ؟

(أ) حمض الطرطريك. (ب) حمض الأكساليك.
(ج) حمض السيتريك. (د) حمض الهيدروكلوريك.

فكرة الحل :

حمض السيتريك يوجد فى الليمون بنسبة تتراوح ما بين (5 : 7%).

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

٢٥ من تسميات حمض اللاكتيك ....

(أ) حمض البروبانويك. (ب) حمض بيتا هيدروكسى بروبانويك.
(ج) حمض 2-بروبانويك. (د) حمض ألفا هيدروكسى بروبانويك.

فكرة الحل :

يتضح من الصيغة البنائية المقابلة لحمض اللاكتيك أن مجموعة الهيدروكسيل ترتبط بذرة الكربون التى تلى مجموعة الكربوكسيل مباشرةً والتى تُعرف بذرة الكربون ألفا.

```
    H   OH
    |   |
H - C - C - COOH
    |   |
    H   H
```

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢٦ أيًا مما يأتى يعتبر صحيحًا بالنسبة لحمض السلسليك ؟

(أ) لا يذوب فى المذيبات العضوية.
(ب) من الهيدروكربونات الأروماتية.
(ج) قيمة pH لمحلوله المشبع تساوى 7.2
(د) يُحضر من الفينول.

فكرة الحل :

∵ حمض السلسليك مركب عضوى، يذوب فى المذيبات العضوية.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

∵ حمض السلسليك من مشتقات الهيدروكربونات الأروماتية.
∴ يستبعد الاختيار (ب)

∵ قيمة pH للأحماض تكون أقل من 7
∴ يستبعد الاختيار (ج)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢٧ يصنف المركب المقابل :

على أنه من ....

```
  H  H  O
  |  |  ||
H-C--C--C-OH
  |  |
  H  N
    / \
   H   H
```

(أ) الألدهيدات والأمينات.
(ب) الكيتونات والكحولات.
(ج) الإسترات والأميدات.
(د) الأحماض العضوية والأمينات.

فكرة الحل :

∵ المركب يحتوى على مجموعة الأمين $(-NH_2)$ الموجودة فى مركبات الأمينات.
∴ يستبعد الاختياران (ب) ، (ج)

∵ المركب يحتوى على مجموعة الكربوكسيل $(-COOH)$ الموجودة فى الأحماض العضوية.
∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٢٨ التحلل المائى للبروتينات فى وسط حامضى يُكوِّن ....

(أ) كحولات.
(ب) أحماض أمينية.
(ج) أميدات.
(د) إسترات.

فكرة الحل :
البروتينات عبارة عن بوليمرات طبيعية تتحل مائيًا فى الوسط الحامضى مكونة أحماض أمينية.

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

٢٩ ما الذى يمثله كل من (X) ، (Y) فى المركبين المقابلين ؟

$$\underset{\text{الجلايسين}}{\underset{X}{H_2\overset{|}{C}COOH}} \xrightarrow[HCl]{NaNO_2} \underset{\text{حمض الجلايكوليك}}{\underset{Y}{CH_2\overset{|}{C}OOH}}$$

الاختيارات	(X)	(Y)
a	$-OH$	$-NH_2$
b	$-NH_2$	$-OH$
c	$-Cl$	$-OH$
d	$-OH$	$-CN$

فكرة الحل :
∵ الجلايسين هو حمض ألفا أمينو أسيتيك.
∴ المجموعة (X) هى مجموعة $(-NH_2)$.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

Worked Examples

الإسترات

١ أيا من المركبات الآتية يعتبر من الإسترات ؟

(a) $(CH_3)_3COC(CH_3)_3$
(b) $CH_3COOCH_2CH_3$
(c) $(CH_3)_3CCOOH$
(d) CH_3OCH_3

فكرة الحل :
الإسترات تحتوى على المجموعة الفعالة $-COO-$ (وليست على $-O-$ أو $-COOH$ أو $-CO-$).

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٢ ما المجموعات الوظيفية الموجودة فى المركب المقابل ؟

$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}OCH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$$

(أ) ألدهيد و إثير.
(ب) ألدهيد و إستر.
(ج) كيتون و ألدهيد.
(د) كيتون و ألدهيد و إثير.

فكرة الحل :
المركب يتضمن المجموعة $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$ (مجموعة ألدهيد) ومجموعة $-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ (مجموعة إستر).

الحل : الاختيار الصحيح : (ب)

تسمية الإسترات

٣ ينتج مركب بروبانوات الإيثيل من تفاعل ....

(أ) حمض الإيثانويك مع البروبانول.
(ب) الإيثانول مع البروبين.
(ج) حمض البروبانويك مع البروبانول.
(د) حمض البروبانويك مع الإيثانول.

فكرة الحل :

مركب بروبانوات الإيثيل عبارة عن إستر ناتج من تفاعل حمض عضوى مع كحول.

∵ المقطع بروبانوات يشتق من اسم الأيوناك للحمض العضوى المقابل.

∴ الحمض المتفاعل : حمض البروبانويك.

وعليه يستبعد الاختياران (أ) ، (ب)

∵ المقطع إيثيل يشتق من اسم مجموعة الألكيل المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل فى جزىء الكحول.

∴ الكحول المتفاعل : الإيثانول.

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

٤ ما العدد الكلى لإلكترونات التكافؤ غير المشتركة فى تكوين الروابط فى جزىء واحد من ميثانوات البروبيل ؟

(a) $8e^-$ (b) $12e^-$

(c) $20e^-$ (d) $28e^-$

فكرة الحل :

الجدول التالى يوضح عدد إلكترونات التكافؤ للعناصر المكونة لجزىء ميثانوات البروبيل :

العنصر	C	O	H
عدد إلكترونات التكافؤ	4	6	1

∵ الصيغة البنائية لميثانوات البروبيل هى :

```
  :O:      H   H   H
   ||  ..  |   |   |
H - C - O - C - C - C - H
       ..  |   |   |
           H   H   H
```

∴ عدد الإلكترونات المحيطة بذرتى الأكسجين

ولا تشارك فى تكوين الروابط = $8e^-$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

٥ ما عدد أيزومرات الإسترات التى صيغتها الجزيئية $C_4H_8O_2$ ؟

(a) 2 (b) 3

(c) 4 (d) 5

فكرة الحل :

أيزومرات الإسترات التى صيغتها الجزيئية $C_4H_8O_2$ يوضحها الجدول التالى :

(1)
```
  O       H   H   H
  ||      |   |   |
H-C - O - C - C - C - H
          |   |   |
          H   H   H
```

(2)
```
    H  O       H   H
    |  ||      |   |
H - C - C - O - C - C - H
    |          |   |
    H          H   H
```

(3)
```
  O       CH3
  ||      |
H-C - O - C - CH3
          |
          H
```

(4)
```
    H   H   O       H
    |   |   ||      |
H - C - C - C - O - C - H
    |   |           |
    H   H           H
```

الحل : الاختيار الصحيح : (c)

٦ أيٌّ مما يأتى يعبر عن الإسترات التى لها الصيغة الجزيئية $C_5H_{10}O_2$ ؟

الاختيارات	بروبانوات الإيثيل	إيثانوات البروبيل	ميثانوات البيوتيل	بيوتانوات الميثيل
(أ)	✓	✓	✓	✓
(ب)	✓	✓	✓	✗
(ج)	✓	✓	✗	✗
(د)	✗	✗	✓	✓

فكرة الحل :

الجدول الآتى يوضح الصيغ البنائية والصيغ الجزيئية للإسترات الموضحة للمركبات الأربعة :

المركب	بروبانوات الإيثيل	إيثانوات البروبيل	ميثانوات البيوتيل	بيوتانوات الميثيل
الصيغة البنائية	$C_2H_5COOC_2H_5$	$CH_3COOC_3H_7$	$HCOOC_4H_9$	$C_3H_7COOCH_3$
الصيغة الجزيئية	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$	$C_5H_{10}O_2$

ومنه يتضح أن المركبات الأربعة لها نفس الصيغة الجزيئية.

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

٧ أيًا مما يأتى يعبر عن العلاقة بين عدد ذرات كل من الكربون والهيدروجين والأكسجين، فى أى إستر مقارنةً بمجموع أعداد كل منهم فى الكحول والحمض المستخدمين فى إنتاج هذا الإستر؟

الاختيارات	عدد ذرات C	عدد ذرات H	عدد ذرات O
(أ)	أقل	أقل	أقل
(ب)	أقل	مساوى	أقل
(جـ)	مساوى	أقل	أقل
(د)	مساوى	أقل	مساوى

فكرة الحل :

من تفاعل الأسترة التالى :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightarrow[H_2SO_4]{conc} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

	الحمض	+	الكحول		الإستر الناتج
عدد ذرات C	2	+	2	= 4	4
عدد ذرات H	4	+	6	= 10	8
عدد ذرات O	2	+	1	= 3	2

∵ عدد ذرات الكربون فى الإستر الناتج يساوى مجموع أعداد ذرات الكربون فى كل من الحمض والكحول المتفاعلين.

∴ يستبعد الاختيارين (أ) ، (ب)

∵ عدد ذرات الأكسجين فى الإستر الناتج أقل من مجموع أعداد ذرات الأكسجين فى كل من الحمض والكحول المتفاعلين.

∴ يستبعد الاختيار (د)

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

تحضير الإسترات

٨ يُحضر مركب ميثانوات البروبيل من تفاعل $CH_3CH_2CH_2OH$ مع ....

(أ) $HCOOH$ بالإضافة.
(ب) CH_3COOH بالإضافة.
(جـ) $HCOOH$ بالتكاثف.
(د) CH_3COOH بالتكاثف.

فكرة الحل :

∵ درجة غليان الحمض الكربوكسيلى أعلى من درجة غليان الكحول المساوى له فى الكتلة المولية.

∴ يستبعد الاختيارين (a) ، (d)

∵ درجة غليان الإستر أقل بكثير من درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية والكحولات المساوية لها فى الكتلة المولية لعدم احتوائها على مجموعة هيدروكسيل قطبية.

∴ يستبعد الاختيار (c)

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

الخواص الكيميائية للإسترات

(١١) أيًا من المركبات الآتية يعطى حمض الإيثانويك عند تحلله مائيًا فى وسط حامضى ؟

(a) CH_3COCH_3 (b) $CH_3COOC_2H_5$ (c) $C_6H_5COOCH_3$ (d) $C_2H_5COOCH_3$

فكرة الحل :

∵ الإسترات (وليس الكيتونات) تتحلل مائيًا فى وسط حامضى مكونة حمض عضوى وكحول.

∴ يستبعد الاختيار (a)

∵ التحلل المائى فى وسط حامضى للمركب $CH_3COOC_2H_5$ يُعبر عنه بالمعادلة التالية :

$$\underset{\text{إيثانوات الإيثيل}}{CH_3COOC_2H_{5(l)}} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{H^+} \underset{\text{حمض الإيثانويك}}{CH_3COOH_{(aq)}} + \underset{\text{الإيثانول}}{C_2H_5OH_{(l)}}$$

∴ التحلل المائى لإيثانوات الإيثيل فى الوسط الحامضى ينتج حمض الإيثانويك وكحول إيثيلى.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

(١٢) ما النسبة المئوية للأكسجين فى الأسيتاميد ؟ [C = 12 , H = 1 , O = 16 , N = 14]

(a) 27.12% (b) 23.73% (c) 8.47% (d) 40.678%

فكرة الحل :

∵ الصيغة الكيميائية للأسيتاميد CH_3CONH_2

∴ الكتلة المولية للأسيتاميد $C_2H_5ON = 14 + 16 + 5 + (2 \times 12) = 59\ g/mol$

$$\underset{59\ g}{C_2H_5ON} \longrightarrow \underset{16\ g}{O}$$

النسبة المئوية للأكسجين فى الأسيتاميد $= \frac{16}{59} \times 100\% = 27.12\%$

الحل : الاختيار الصحيح : (a)

(١٣) المعادلة الآتية تعبر عن أحد التفاعلات الهامة :

$$\begin{array}{l} H-C-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \\ H-C-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \\ H-C-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \end{array} + 3NaOH \xrightarrow{\Delta} \begin{array}{l} H-C-O-H \\ H-C-O-H \\ H-C-O-H \end{array} + 3C_{17}H_{35}COONa$$

هذا التفاعل يعتبر مثالًا لتفاعلات ....

(أ) التكاثف. (ب) الأسترة.

(ج) التحلل المائى. (د) الأكسدة.

فكرة الحل :

∵ الدهون تتحلل مائيًا فى وجود وسط قلوى مثل $NaOH_{(aq)}$ مكونة ملح الحمض العضوى وجليسرول.

∴ التفاعل يعتبر مثالًا لتفاعلات التحلل المائى.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

(١٤) الصيغة البنائية المقابلة : لجزىء من عقار التاميفلو المستخدم فى علاج إنفلونزا الخنازير. أيًا مما يأتى يعبر عن المجموعات الفعالة (١)، (٢)، (٣) ؟

الاختيارات	المجموعة (١)	المجموعة (٢)	المجموعة (٣)
(أ)	م. أميد	م. أمينو	م. كربوكسيل
(ب)	م. أمينو	م. أميد	م. إستر
(ج)	م. أميد	م. أمينو	م. إستر
(د)	م. أمينو	م. أميد	م. كربوكسيل

فكرة الحل :

* المجموعة (١) : مجموعة أميد.
* المجموعة (٢) : مجموعة أمينو.
* المجموعة (٣) : مجموعة إستر.

الحل : الاختيار الصحيح : (ج)

١٥ ما تسمية الأيوباك للمركب المقابل ؟

$$CH_3 - CH_2 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}} - CONH_2$$

(أ) 2– ميثيل بيوتاميد.

(ب) 2– إيثيل بيوتاميد.

(جـ) 1– أمينو –2– ميثيل بروبان.

(د) 1– أمينو –2– ميثيل بيوتان.

فكرة الحل :

∵ المركب يحتوى على مجموعة الأميد $-CONH_2$ (وليست الأمين $-NH_2$).

∴ يستبعد الاختياران (جـ) ، (د)

∵ أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على 4 ذرات كربون، وتتفرع مجموعة ميثيل $(-CH_3)$ من ذرة الكربون رقم 2

∴ يستبعد الاختيار (ب)

الحل : الاختيار الصحيح : (أ)

الإسترات فى حياتنا

١٦ كل مما يأتى من الجليسريدات، عدا ....

(أ) الزيوت. (ب) الدهون. (جـ) الصابون. (د) الليبيدات.

فكرة الحل :

∵ الزيوت عبارة عن جليسريدات غير مشبعة، بينما الدهون عبارة عن جليسريدات مشبعة.

∴ يستبعد الاختياران (أ) ، (ب)

∵ الصابون عبارة عن ملح صوديومى لأحماض دهنية عالية.

∴ الصابون ليس من الجليسريدات.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

١٧ أيًا مما يأتى يعبر عن التصنيف الصحيح لكل من الصابون و الدهن و البروتين ؟

الاختيارات	الصابون	الدهن	البروتين
(أ)	ملح	أميد	إستر
(ب)	إستر	أميد	ملح
(جـ)	أميد	ملح	إستر
(د)	ملح	إستر	أميد

فكرة الحل :

∵ الصابون عبارة عن ملح صوديومى لأحماض دهنية عالية.

∴ يستبعد الاختياران (ب) ، (جـ)

∵ الدهن عبارة عن إستر ثلاثى الجليسريد.

∴ يستبعد الاختيار (أ)

الحل : الاختيار الصحيح : (د)

١٨ ما زوج المونومرات التى تتفاعل معًا لتكوين بولى إستر؟

ⓐ CH_3COOH ، $C_2H_5NH_2$

ⓑ $HCOOH$ ، HOC_2H_4OH

ⓒ $HOC_6H_{12}OH$ ، $HOOCC_3H_6COOH$

ⓓ $H_2NC_2H_4NH_2$ ، HOC_3H_6OH

فكرة الحل :

∵ البوليمر الناتج من نوع البولى إسترات.

∴ عملية البلمرة بالتكاثف تحدث بين مونومرين أحدهما حمض ثنائى الكربوكسيل والآخر كحول ثنائى الهيدروكسيل.

الحل : الاختيار الصحيح : ⓒ

١٩ تفاعل حمض التيرفثاليك مع الإيثيلين جليكول يكون مصحوبًا بتكوين المركب (X) وماء.

ما الذى ينفصل من حمض التيرفثاليك عند تكوين الماء فى هذا التفاعل ؟

ⓐ	ⓑ
$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$
ⓒ	ⓓ
$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$	$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

فكرة الحل :

عند تفاعل الأحماض العضوية (مثل حمض التيرفثاليك) مع الكحولات (مثل الإيثيلين جليكول) لتكوين الإسترات، تنفصل ذرة هيدروچين مجموعة الهيدروكسيل من جزىء الكحول ومجموعة الهيدروكسيل من جزىء الحمض لتكوين جزىء الماء.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

٢٠ الصيغة البنائية الآتية لمركب يستخدم فى صناعة بعض مراهم تخفيف الآلام :

$$CH_3-O-C_6H_3(OH)-CH_2-\underset{H}{\underset{|}{N}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-(CH_2)_4-CH=CH-CH(CH_3)_2$$

الجزىء من هذا المركب يحتوى على ....

(أ) مجموعة إستر و مجموعة أميد.
(ب) مجموعة إستر و مجموعة هيدروكسيل.
(جـ) مجموعة ألكين و مجموعة أميد.
(د) مجموعة كربوكسيل و مجموعة هيدروكسيل.

فكرة الحل :

الجزىء من هذا المركب يحتوى على رابطة ثنائية (مجموعة ألكين) ومجموعة أميد $\left(-\underset{}{\overset{H}{\overset{|}{N}}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\right)$.

الحل : الاختيار الصحيح : (جـ)

٢١ المقطع الآتى من أحد البوليمرات الناتجة من تفاعل البلمرة بالتكاثف :

$$-C_6H_4-CO-O-CH_2CH_2-O-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2CH_2-O-CO-C_6H_4-$$

ما المونومرين المكونين لهذا البوليمر ؟

(a) $HO-C_6H_4-OH + HOOCCH_2CH_2COOH$

(b) $HOOC-C_6H_4-COOH + HOCH_2CH_2OH$

(c) $HO-C_6H_4-COOH + HOCH_2CH_2COOH$

(d) $HOOC-C_6H_4-COOH + HOCH_2OH$

٢٣ أيًا من المركبات الآتية يتفاعل مع أنهيدريد حمض الأسيتيك في وجود H_2SO_4 لتكوين الأسبرين ؟

(a) CHO, OH (ortho)	(b) COOH, OH (ortho)
(c) CHO, COOH (ortho)	(d) OH, CHO (para)

فكرة الحل :

أنهيدريد حمض الأسيتيك هو المركب الناتج من نزع جزىء ماء H_2O من كل جزيئين حمض أسيتيك :

$$2\,CH_3COOH \longrightarrow (CH_3CO)_2O$$

حمض أسيتيك → أنهيدريد حمض أسيتيك

وتعبر المعادلة التالية عن التفاعل المفترض بين أنهيدريد حمض الأسيتيك والمركب (X).

$$(CH_3CO)_2O + X \longrightarrow C_6H_4(COOH)(O-CO-CH_3)$$

يتضح من المركب الناتج (الأسبرين) أن المركب (X) لابد وأن يكون محتويًا على حلقة بنزين متصلة بمجموعة (COOH–) وذرة الكربون رقم 2 فى الحلقة لابد وأن تكون محتوية على مجموعة (OH–) حيث يتم استبدال الهيدروجين فيها بمجموعة (CH_3CO–).

والمركب الذى تتصل حلقة البنزين فيه بمجموعة (COOH–) فى الموضع (1) وبمجموعة (OH–) فى الموضع (2) هو حمض السلسليك.

الحل : الاختيار الصحيح : (b)

made by Mansy

صلى ع النبى وإدعيلى دعوة حلوة

#دفعة المنوفية 2022

#قناة تالتة ثانوى 2022